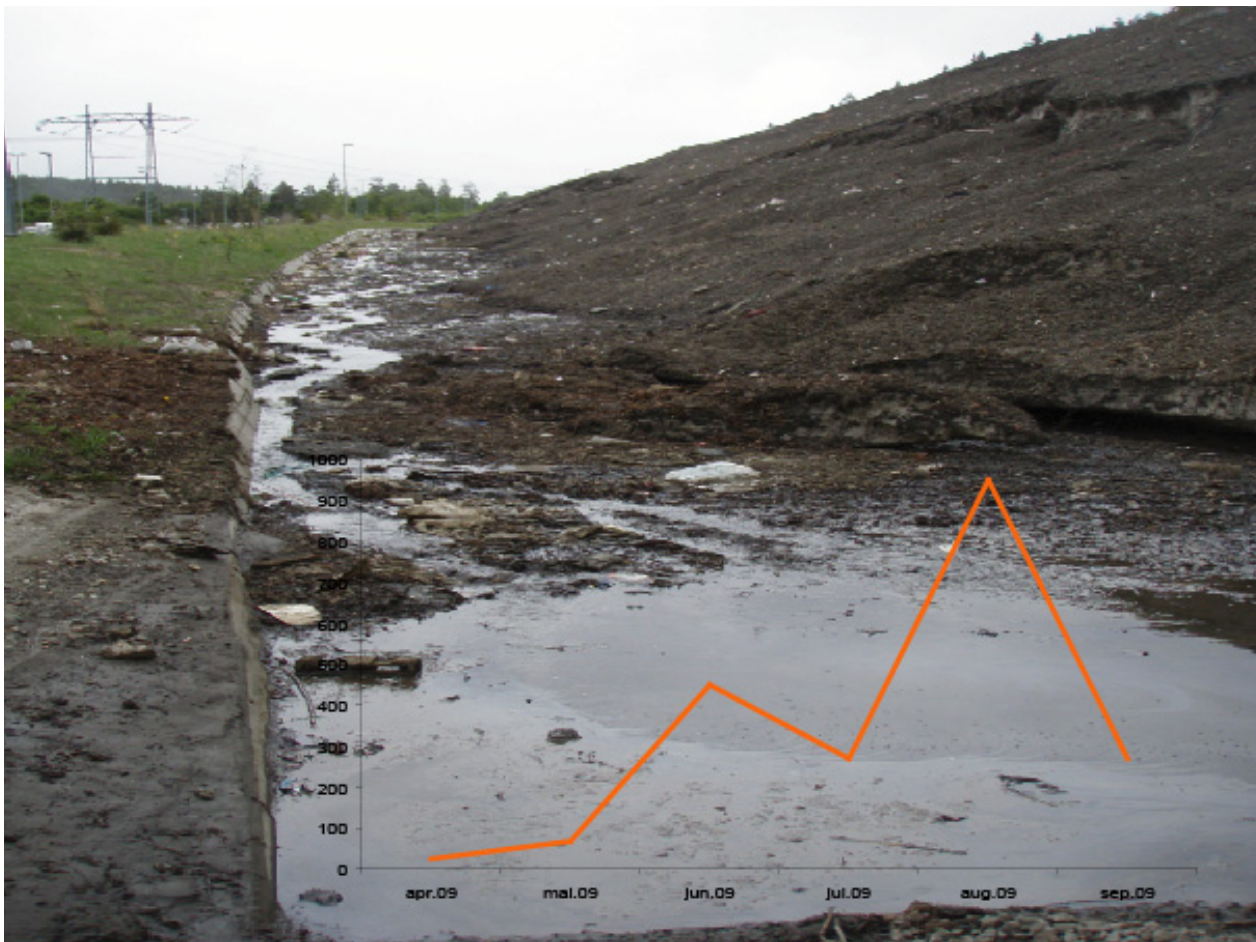


Avrenning fra snødeponiet ved Åsland

Overvåkning av forurensninger tilført renseanlegg, bekker og drikkevanns-brønner i 2009



Norsk institutt for vannforskning

RAPPORT

Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

NIVA Midt-Norge

Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Avrenning fra snødeponiet ved Åsland. Overvåkning av forurensninger tilført renseanlegg, bekker og drikkevannsbrønner i 2009.	Løpenr. (for bestilling) 5896-2009	Dato 18.12.2009
	Prosjektnr. Undernr. 29172	Sider Pris 37
Forfatter(e) Torleif Bækken og Eirin Pettersen	Fagområde Vannressurs- forvaltning	Distribusjon Fri
	Geografisk område Oslo	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Samferdselsetaten, Oslo kommune	Oppdragsreferanse Tom Ausen
---	--------------------------------

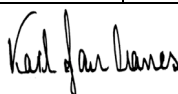
Sammendrag

Snøen i deponiet på Åsland inneholder de vanlige trafikkforurensningene i moderat høye til høye konsentrasjoner. Dette fremkommer av prøver tatt fra snødeponier i Oslo og i smeltevann fra kummer på snødeponiet på Åsland. Det var liten avrenning fra E6 i undersøkelsesperioden. Bidraget fra vegavrenningen til forurensning av bekkene var derfor lite, selv om enkelte stoffer ble funnet i høye konsentrasjoner. Bekkene forurenses av avrenningen fra snødeponiet under nedsmeltingen. Særlig tydelig var dette i starten av smelteperioden. Graving i deponiet for å øke hastigheten på nedsmeltingen økte forurensningen i bekkene. Vannet fra oppkommet som fører bekken på østsiden av E6, er forurenset av salt og har høye konsentrasjoner av nikkel. Saltet skyldes trolig avrenning fra snødeponiet. For nikkel kan årsaken være tilførsler fra snødeponiet og/eller høyt naturlig nikkelinnhold i grunnen. Det var lavere metallkonsentrasjoner i bekken på østsiden av E6 i 2009 enn i 2006. Forurensningen i denne bekken kommer først og fremst fra et oppkomme. Det er derfor trolig at mindre forurensinger nå går ned i grunnen under deponiet enn i 2006. Siden undersøkelsen i 2006 er området for snødeponi tettet med et asfaltdekke. Det ble påvist høyere konsentrasjoner av klorider i brønnvannet i 2009 enn i 2006. Konsentrasjonsnivåene var fremdeles ikke problematiske, men økningen kan likevel være et tegn på at vegsalt er i ferd med å trenge inn i grunnvannet/brønnvannet. Det var forholdsvis høye konsentrasjoner av kobber i brønnvannet. Dette var særlig tydelig i Maurtuveien 45. Det er lite trolig at det skyldes avrenning fra snødeponiet, men snarere at det skyldes utlekking fra rør og utstyr tilknyttet vannforsyningen.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Snødeponi	1. Snow disposal site
2. Avrenning	2. Snow melt runoff
3. Vegsalt	3. Road salt
4. Miljøgifter	4. Hazardous substances



Torleif Bækken
Prosjektleder



Karl Jan Aanes
Forskningsleder



Bjørn Faafeng
Seniorrådgiver

Avrenning fra snødeponiet ved Åsland

Overvåkning av forurensninger tilført renseanlegg,
bekker og drikkevannsbrønner i 2009

Forord

Brøytet snø fra kommunale gater og parkeringsplasser i Oslo lagres i stor grad i landdeponier. Det største deponiet ligger på Åsland, langs E6 ved Klemmetsrud, sør-øst for Oslo. Nedsmeltingen medfører avrenning av forurensninger. Samferdselsetaten i Oslo kommune har ønsket å undersøke graden av forurensning i resipienter som mottar avrenning. Undersøkelsen er en oppfølging av undersøkelsene som ble foretatt i 2006, og tar for seg eventuell påvirkning av drikkevannsbrønner, forurensninger i bekker og smeltevann fra selve deponiet.

Alt feltarbeid er utført av personer fra NIVA. Innhenting av snøprøver fra deponier i Oslo i februar 2009 ble utført av Erik Bjerknes. Andre prøver fra deponiet på Åsland ble i hovedsak hentet av Eirin Pettersen, som også har beskrevet de kjemiske metodene i rapporten.

De kjemiske analysene ble utført av NIVAs akkrediterte laboratorium.

Kontaktperson hos Samferdselsetaten har vært Tom Ausen.

Prosjektleder ved NIVA har vært undertegnede.

Oslo 18.12.2009

Torleif Bækken

Innhold

Sammendrag

1. Innledning	9
2. Metoder og materiale	10
2.1 <i>Innsamling av prøver</i>	10
2.1.1 Snø fra deponier i Oslo	10
2.1.2 Smeltevann fra snødeponiet	11
2.1.3 Avrenningsvann fra vegen	11
2.1.4 Bekkene	13
2.1.5 Drikkevannsbrønner	15
2.2 <i>Kjemiske analyser</i>	15
3. Resultater	17
3.1 <i>Snø fra snødeponier i Oslo</i>	17
3.1.1 Vegsalt, næringssalter og partikler	17
3.1.2 Metaller	17
3.1.3 Organiske miljøgifter	18
3.2 <i>Forurensinger i smeltevann og vegavrenning</i>	18
3.2.1 Vegsalt, næringssalter og partikler	18
3.2.2 Metaller	19
3.2.3 Organiske miljøgifter	19
3.2.4 Ekstra prøver fra deponi og rensesystem	23
3.3 <i>Bekker</i>	25
3.3.1 Vegsalt, næringssalter og partikler	25
3.3.2 Metaller	27
3.3.3 Organiske miljøgifter	30
3.4 <i>Drikkevannsbrønner</i>	32
4. Konklusjoner	35
5. Litteratur	36

Sammendrag

Bakgrunn. Brøytet snø fra gater og parkeringsplasser i Oslo lagres i stor grad i landdeponier. Det største deponiet ligger på Åsland, langs E6 ved Klemetsrud, sørøst for Oslo. Undersøkelsen er en oppfølging av undersøkelsene som ble foretatt i 2006, og tar for seg eventuell påvirkning av drikkevannsbrønner, forurensninger i bekker og prøver fra smeltevann fra selve deponiet. Det ble i tillegg tatt prøver fra avrenningsvann fra vei (E6) som renner av til samme resipienter som vann fra snødeponiet, samt stikkprøver av snø deponert på Hasle og Åsland deponier i Oslo februar 2009.

Smeltevannet fra Åsland snødeponi har avrenning til overvannssystemet til E6. Herfra renner vannet til bekker som går nordover til Gjerdsrudtjern før det går videre til Ljanselva og til Oslofjorden. Avrenningen er ment å fanges opp i et renseanlegg (etablert i 2006/2007). Dette syntes imidlertid ikke å fungere etter hensikten. Deponiområdet er asfaltert for å hindre smeltevann å trenge ned i grunnvannet.

Kjemiske variable. I drikkevannsbrønnene ble det analysert på klorider, konduktivitet (ledningsevne) og metaller. I de fleste andre prøvene ble det analysert på følgende variable:

- Fysiskalk-kjemiske parametere: Suspendert tørt stoff (STS), Suspendert gløderest (SGR), pH, Konduktivitet (ledningsevne)
- Metaller i vann: Bly (Pb), Jern (Fe), Kadmium (Cd), Kalsium (Ca), Krom (Cr), Kobber (Cu), Mangan (Mn), Natrium (Na), Nikkel (Ni), Sink (Zn)
- Metaller ved opptak i passive prøvetakere (DGT) eksponert i 4 uker: Aluminium (Al), Bly (Pb), Nikkel (Ni), Kadmium (Cd), Kobber (Cu), Krom (Cr), Mangan (Mn), Sink (Zn)
- Salter: Total fosfor (Tot P), fritt fosfat (PO₄-P), klorid (Cl)
- Total ikke-flyktig organisk karbon (NPOC/DC)
- Olje (C10-C30)
- Klorerte organiske forbindelser
- Polysykliske aromatiske hydrokarboner: ΣPAH16, ΣKPAH

Snø. Konsentrasjonen av *vegsalt* var forholdsvis høy i en samleprøve av snø fra deponiet på Hasle og Åsland i februar 2009 (ca 1.5 g/l klorid). Snøen inneholdt også mye *partikler*. Konsentrasjonen av *totalt fosfor* var meget høy. Andelen *fosfatfosfor* var lav. Konsentrasjonene av *tungmetaller* var forholdsvis høye, mens *organiske miljøgifter* stort sett ble funnet i moderat høye konsentrasjoner. Konsentrasjonene av de ulike forurensningene var i samme størrelsesorden som tidligere observert i snø fra kommunale gater fra Oslo sentrum.

Smeltevann fra snødeponi og avrenning fra veg. Det ble tatt prøver av smeltevann fra kummen lengst nord i rensesystemet. Vegavrenning ble tatt i tre kummer langs E6 nord for deponiet.

Konsentrasjonen av *vegsalt* i smeltevannet var meget høy i første prøven (april) med omkring 6.5 g/l (= 6.5 ‰) NaCl. Allerede i den andre prøven (mai) hadde konsentrasjonen av klorider sunket til ca 0.2 g/l. Deretter var saltkonsentrasjonene i smeltevannet lave. Det ble også observert noe forhøyede saltkonsentrasjoner i avrenningen fra veg/veggrøft. Konsentrasjonen av *total fosfor* var som regel høy både i rensekummen og i vegavrenningen. Det løste, og plantetilgjengelige *fosforet* hadde forholdsvis lave konsentrasjoner i kummen. I vegavrenningen var konsentrasjonene forholdsvis lave i april og mai. Deretter økte konsentrasjonene her utover sommeren fordi avrenningen fra veggrøftene inneholder fosforrike plante- og dyrerester.

*Partikkel*konsentrasjonen (STS, suspendert tørrstoff) var høyere i rensekummen enn i vegavrenningen, og besto stort sett av uorganiske partikler. Vegavrenningen hadde også mye partikler, men en større andel var organisk, noe som i stor grad skyldtes tilførsler av plante- og dyrerester.

Total konsentrasjonene av *metaller* varierte mye, men det var stort sett høye konsentrasjoner både i vegavrenning og rensekum. Prøver med høye konsentrasjoner hadde også mye partikler. Normalt er en stor del av metallene bundet til partikler. Løste metaller ble bare målt i rensekummen. For de fleste metallene var konsentrasjonen høyest i den første prøven (april). Løste metaller syntes å følge vannet i tidlig smeltefase (sammen med klorider).

Konsentrasjonen av *olje* var lav i første prøve fra vegavrenningen og rensekum. I kummen økte konsentrasjonen utover sommeren, mens det var liten variasjon mellom prøvene i vegavrenningen. Konsentrasjonen av PAH16 var høy i vegavrenningen i juni. For øvrig var konsentrasjonene forholdsvis lave. I rensekummen var konsentrasjonene av PAH16 lave i april-juni. Deretter økte konsentrasjonen i august og september. Det samme mønsteret gjentok seg for de klororganiske forbindelsene *PCB* og *HCB*. Organiske miljøgifter i rensekummen hadde økte konsentrasjoner utover høsten, sannsynligvis på grunn av økt avrenning grunnet graving i deponiet for å øke hastigheten på nedsmeltingen.

I løpet av høsten 2009 ble renseanlegget utbedret. Det ble derfor tatt inn ekstra prøver 19. november. Prøvene fra "etter rensing" hadde stort sett konsentrasjoner i samme størrelsesorden eller høyere enn prøven fra deponidam "før rensing". Konsentrasjonene var høye. Vi tolker resultatet slik at vannprøven fra "etter rensing" egentlig er rester fra tidligere deponerte forurensninger i utløpskum, og at det derfor ikke representerer vann etter en renseprosess.

Bekker. Konsentrasjonene av klorider i bekkene var høye i starten av måleperioden, og høyest i bekket fra snødeponi (Bekk 2). Vegsalt (NaCl) utgjorde her nærmere 1.5 g/l. Konsentrasjonen avtok etter hvert i alle prøvene. Ved Bekk 1 holdt kloridkonsentrasjonene seg høye over en lengre periode. Mye av vannet ved Bekk 1 kommer fra et oppkomme av grunnvann som kan motta forurensninger fra deponiet, og muligens også fra E6.

pH var oftest ca 7 i bekkene. Et unntak var prøven fra Bekk 3 (samler alle bekkene). Her var pH meget høy med 10.4. Det har derfor vært et utslipp med mulig gifteffekt i nedbørfeltet til bekket som kommer inn fra øst. Dette har ingen sammenheng med snødeponiet eller E6.

Konsentrasjonene av totalfosfor var høy i de første bekkeprøvene. Mye var bundet til partikler. Det løste fosforet, som er lett tilgjengelig for planter, var også forhøyet i begynnelsen av avrenningsperioden, men ble betydelig redusert etter hvert.

Partikkelkonsentrasjonen (STS, suspendert tørrstoff) i bekkeprøvene var høy i april. De høyeste konsentrasjonene ble da funnet i Bekk 1 og Bekk 3. Dette skyldes avrenning fra jordbruksarealer, men også at vannet graver i bekkeleiet i flomperioder. I høstprøvene økte partikkelinnholdet betydelig i vann fra snødeponiet (Bekk 2), trolig forårsaket av gravingen i deponiet.

For mange av metallene var totalkonsentrasjonene høye i avrenningen fra snødeponiet (Bekk 2), særlig i starten av måleperioden. Kobber (Cu) hadde høye konsentrasjoner både ved Bekk 1 og Bekk 2. Konsentrasjonen avtok betydelig etter den første smelteperioden. Imidlertid var det en ny økning av kobber, bly og sink ved Bekk 2 i høstprøvene, trolig pga graving i deponiet. Mye nikkell syntes å komme fra oppkommet oppstrøms Bekk 1. Årsaken kan være forurensning fra snødeponi (og veg), men det kan også være naturlig høye nikkellverdier i grunnen. Muligens er det en kombinasjon av begge. Sidebekken fra øst var forurenset av kobber, krom og bly i april. Dette var samme prøve som hadde meget høy pH og kan være fra samme utslippet. Dette hadde ikke med snødeponiet å gjøre.

De gjennomsnittlige konsentrasjonene av løste metaller (DGT-4 uker) var forholdsvis høye i bekkeprøvene. Bekk 2 (fra snødeponiet) hadde høyest konsentrasjoner av de fleste metallene den første måleperioden. Senere avtok konsentrasjonene, og da raskere ved Bekk 2 enn ved Bekk 1. De løste metallene er biologisk tilgjengelige.

Ved Bekk 1 var det lavere metallkonsentrasjoner i 2009 enn i 2006. (ikke datagrunnlag for de andre stasjonene). Det antyder redusert tilførsel av metaller fra snødeponiet. Forurensningen i denne bekken kommer først og fremst fra oppkommet. Det er derfor trolig at mindre forurensninger nå går ned i grunnen under deponiet enn i 2006. Siden den gang er området for snødeponi tettet med et asfaltdekke.

Forhøyede konsentrasjoner av klororganiske stoffer (PCB, fem- og seksklorert benzen) ble først og fremst funnet ved Bekk 2, og kom derfor fra snødeponiet. PAH hadde også høyest konsentrasjoner ved Bekk 2. Andelen av potensielt kreftfremkallende PAH var forholdsvis høy. PAH er en meget vanlig miljøgift i forbindelse med trafikk og urbane områder. Olje ble også først og fremst funnet ved Bekk 2. Konsentrasjonene varierte fra lave til moderat høye/høye.

For flere av forurensningsstoffene ble det registrert en ny økning i konsentrasjoner i prøvene fra august. På dette tidspunktet ble det gravd i deponiet med bulldoser for å øke smeltegraden. Dette er sannsynligvis årsaken til de økte konsentrasjonene i bekkene.

Drikkevannsbrønner. Brønner i Maurtuveien 41, 45 og 47 ble undersøkt med hensyn på salt (natriumklorid) og et utvalg tungmetaller. Det var høyest kloridkonsentrasjoner i Maurtuveien 41 og lavest i Maurtuveien 47, med konsentrasjoner omkring henholdsvis ca 18 mg/l og ca 30 mg/l. Det ble påvist høyere konsentrasjoner av klorider i brønnvannet i 2009 enn i 2006. Konsentrasjonsnivåene var fremdeles ikke problematiske, men økningen kan likevel være et tegn på at vegsalt er i ferd med å trenge ned i grunnvannet/brønnvannet.

For metallene i 2009 var situasjonen nokså lik situasjonen i 2006. Det var forholdsvis høye konsentrasjoner av kobber (Cu). Dette var særlig tydelig i Maurveien 45. Det er lite trolig at det skyldes avrenning fra snødeponiet, men snarere at det skyldes utlekking fra rør og utstyr tilknyttet vannforsyningen. Konsentrasjonene av natrium (Na) var lav i Maurtuveien 45 og 47, mens den i Maurtuveien 41 nærmer seg anbefalt grense for personer på saltdiett. Gjennomsnittskonsentrasjonene av natrium hadde økt noe i alle brønnene fra 2006 til 2009. Dette kan, som for klorider, også være et tegn på at vegsalt er i ferd med å nå grunnvannet.

Det ble ikke målt organiske miljøgifter i brønnvannet i 2009, da det er usannsynlig at disse stoffene vil komme i påviselige konsentrasjoner ved så lavt forurensningsnivå som det nå er i brønnvannet.

1. Innledning

Brøytet snø fra gater og parkeringsplasser i Oslo lagres i stor grad i landdeponier. Det største deponiet ligger på Åsland, langs E6 ved Klemetsrud, sørøst for Oslo. Denne snøen kan inneholde vegsalt, tungmetaller og ulike organiske miljøgifter. Dette er dokumentert ved flere anledninger, både for snø fra Oslos gater, og i Drammen sentrum (Bækken 1994, Bækken 2005, Bækken 2007, Bækken & Tjomsland 2000). Konsentrasjonene i snøen er imidlertid avhengig av hvor lenge snøen får ligge før den fjernes, og hvor mye trafikk det er i området den ligger.

Smeltevannet fra Åsland snødeponi har avrenning til overvannssystemet til E6. Herfra renner vannet til bekker som går nordover til Gjerdsrudtjern før det går videre til Ljanselva og til sjøen. Plassen der snøen deponeres er asfaltert slik at vannet ikke skal gå i grunnen. Avrenningen er ment å fanges opp i et renseanlegg (etablert i 2006/2007). Snømengdene tilkjørt deponiet i 2009 var imidlertid så store at smeltevannet kunne sige ned i grunnen utenfor den asfalterte plassen. Det var også mye som tydet på at renseanlegget ikke fungerte etter hensikten.

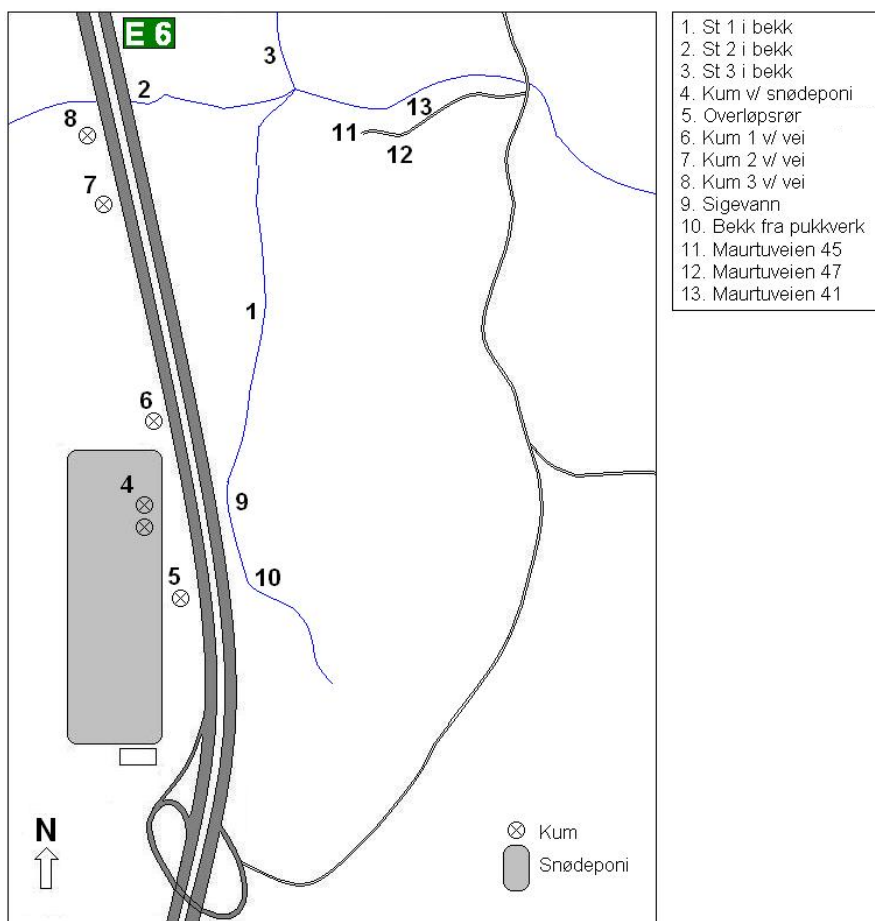
Vegavrenning og trafikkforurenset snø kan medføre store endringer i den kjemiske tilstanden i resipientene (Bækken og Haugen 2006, Bækken 2007). Avrenningen kan også gå til grunnvannet. Nedstrøms deponiet ved Åsland er det drikkevannbrønner for flere husstander. Det har vært en viktig del av undersøkelsen å dokumentere eventuelle forurensninger i brønnvannet, og gi en vurdering av hvorvidt eventuelle forurensninger kan komme fra snødeponiet.

Denne overvåkningen er en oppfølging av undersøkelsene som ble foretatt i 2006 (Bækken 2007). Overvåkningen tar for seg eventuell påvirkning av drikkevannbrønner, forurensninger i bekker og prøver fra smeltevann fra selve deponiet. I februar 2009 ble det i tillegg tatt prøver fra snø deponert på to deponier i Oslo.

2. Metoder og materiale

2.1 Innsamling av prøver

Det har under tidsperioden mai til september 2009 blitt tatt vannprøver i forbindelse med kartlegging av snødeponiet på Åsland. Det er blitt tatt ut prøver fra snødeponiet (kum i renseanlegget og overløpsrør), kummer langs E6, i tillegg til bekker og brønner på motsatt side av veien. Det ble imidlertid ikke tatt ut prøve fra kum etter renseanlegg, da denne har vært mer eller mindre tom under hele perioden. En oversikt over punkter der det er blitt tatt ut prøver er vist i **Figur 1**.



Figur 1. Oversikt over prøvetakingspunkter i forbindelse med snødeponiet på Åsland, Klemetsrud.

2.1.1 Snø fra deponier i Oslo

På Hasle og Åsland snødeponier ble det i begynnelsen av februar 2009 tatt ut stikkprøver fra tolv lastebillass med snø fra forskjellige deler av Oslo; nord, øst, vest og sentrum. Det ble totalt tatt ut 10 L pakket snø fra hvert lass. Av de tolv prøvene ble det senere laget en samleprøve på 10 L som ble analysert. Prøven er ment å indikere størrelsesorden på de mest vanlige forurensingene, og må ikke betraktes som en representativ prøve fra brøytet snø i Oslo.

2.1.2 Smeltevann fra snødeponiet

I 2006/2007 ble det bygd opp et renseanlegg i nedkant av snødeponiet. Foreliggende undersøkelse skulle i utgangspunktet omfatte prøver fra selve renseanlegget, nedstrøms renseanlegget (=Bekk2), samt noen prøver ved inntaket av kummer som får avrenning fra veg. Renseanlegget for snødeponiet syntes imidlertid ikke å fungere etter planen. Med unntak av første befaring i april 2009, valgte vi derfor å ta prøver fra den kummen i sensesystemet som hele tiden syntes å få tilført vann (kum lengst nord). Det var stor bevegelse i vannet i denne kummen. Under første befaring med prøvetaking, hadde denne kummen vann på høyde med utløpsrøret i kummen. På dette tidspunktet var det en betydelig innlekking av vann i skjøtene mellom kumringene (**Figur 2**). Utløpsrøret/overløpet munner ut i et rør i veiskråningen. Dette røret ble etter hvert lukket. Vannstanden i kummen økte da betydelig. Vann fra kummen syntes nå og infiltrerte grunnen, og det kunne observeres avrenning i grunnen omkring det avstengte røret. Vannprøven ble tatt fra utløpsrøret ved første befaring. De andre gangene ble vannprøven tatt i selve kummen.

I løpet av høsten 2009 ble renseanlegget utbedret. Dette skjedde etter perioden med overvåkning. Det ble derfor tatt inn ekstra prøver 19. november. Det ble tatt av én prøve fra smeltevann som rant inn i kum til renseanlegget ved deponiet (kum mot sør) og én prøve fra prøvetakingskum beliggende i vegskråning. Siste prøve skal representere vann etter rensing. Denne prøvetakingskummen var ved den tidligere overvåkingen mer eller mindre tørr (se 2.1 over). Det foregikk arbeid på området da disse ekstra prøvene ble tatt.

2.1.3 Avrenningsvann fra vegen

For prøver fra vegavrenning ble det hengt ut bøtter i rustfritt stål i tre kummer langs med E6 (**Figur 1**). I disse bøttene ble det kun samlet vann fra veg og veggrøft, og ikke fra selve snødeponiet. Det var ujevnt med nedbør gjennom prøvetaksperioden fra april til september, noe som påvirker resultatene. Likeledes ble det tilført mye organisk materiale og næringssalter i form av rester av planter og dyr fra veggrøfta. Selv om dette ikke er en trafikkforurensning, vil den i større eller mindre grad (avhengig av nedbøren) kunne påvirke vannkvaliteten slik den måles ute i bekken nedstrøms, særlig ved Bekk 2.



Avrenning fra snødeponiet



Kummer i renseanlegget



Prøver fra kum lengst nord



Kum nord med overløpsrør og innlekking



Overløpsrør i vegkanten



Overløpsrør avstengt, vegkum med rist

Figur 2. Snødeponiet med renseanlegg ved Åsland. Vegkum med rist nederst til høyre. Vegavrenningen ble ikke målt i denne kummen, men i de neste kummene lengre vekk fra deponiet.

2.1.4 Bekkene

Smeltevannet fra snødeponiet har avrenning til overvannssystemet til E6 (vestsiden). Dette har utløp til en liten bekk som går i rør under E6 til østsiden av veien. Den går her sammen med et annet bekkeløp som går langs østsiden av E6. Denne bekken har utspring ved et pukverk på østsiden av E6 på høyde med snødeponiet. Til dette bekkeløpet munner det ut et rør som går under veien, og har opprinnelse i området ved deponiet (vist som pkt 10 i **Figur 1**). Vannmengden herfra var liten. Inn i bekken kommer det også vann fra et oppkomme som ligger mellom E6 og bekken (vist som pkt 9 i **Figur 1**). Herfra kommer det forholdsvis mye vann. Bekken fra deponiet og bekken langs østsiden av E6 møter en tredje bekk som kommer østfra i et bekketryss. Det ble tatt prøver på tre steder i bekkene.

Prøvestasjon Bekk 1 er beliggende i bekken som går langs veien på østsiden. Stasjonen ligger nedstrøms tilførselene fra rør og oppkomme (se over). I 2006 syntes det å være en betydelig avrenning fra snødeponiet via disse tilførselsveiene. Vannprøvene fra Bekk 1 var derfor en kontroll på om avrenningen fra deponiet under veien har blitt redusert eller stoppet, og et mål på hvor mye forurensninger som blir tilført bekken herfra.

Stasjon Bekk 2 er en liten bekk som kommer inn fra vest, og går i rør under vegen. Bekken mottar vann som går i rør langs veien fra snødeponiet og nordover. Denne bekken synes i stor grad å bestå av smeltevann fra snødeponiet. Prøvene herfra er tatt der vannet kommer ut i røret gjennom vegfyllingen på østsiden.

Stasjon Bekk 3 er lagt nedstrøms samløpet mellom vann fra Bekk 1 og Bekk 2. En tredje bekk kommer innpå fra øst på samme sted. Vannprøven fra Bekk 3 gir derfor et bilde av påvirkning fra alle tre bekkene samlet.



Rør under veggen fra område ved snødeponiet



Oppkomme fra høyre renner inn i bekken



Stasjon Bekk 1



Stasjon Bekk 2



Stasjon Bekk 3, hus med brønner i bakgrunnen

Figur 3. Prøvestasjoner i bekkene. Ved rør og oppkomme er det bare målt konduktivitet manuelt i felten.

2.1.5 Drikkevannsbrønner

Det ble tatt vannprøver fra tre private drikkevannsbrønner: Maurtuveien 41, 45 og 47. Dette er de samme brønnene som ble prøvetatt i 2006. Prøvene ble tatt fra spring inne i husene (**Figur 1**).

2.2 Kjemiske analyser

De kjemiske variablene som er målt i denne undersøkelsen, er de stoffene som det er vanlig å finne i trafikkforurenset snø i Oslo sentrum (Bækken 1994, Bækken 2006), og som Samferdselsetaten er pålagt å rapportere. Det er i stor grad de samme variablene som ble kartlagt i undersøkelsen i 2006. Hvilke stoffer som er analysert for hver prøvestasjon er vist i tabellen nedenfor.

Tabell 1. Oversikt over analyseparametre benyttet i undersøkelsen.

Snø fra deponier	<ul style="list-style-type: none"> - Fysiskalk-kjemiske parametere: Suspendert tørt stoff (STS), Suspendert gløderest (SGR), pH, Ledningsevne - Metaller i vann: Bly (Pb), Jern (Fe), Kadmium (Cd), Kalsium (Ca), Krom (Cr), Kobber (Cu), Mangan (Mn), Natrium (Na), Nikkel (Ni), Sink (Zn) - Metaller ved opptak i passive prøvetakere (DGT) eksponert i 4 uker: Aluminium (Al), Bly (Pb), Nikkel (Ni), Kadmium (Cd), Kobber (Cu), Krom (Cr), Mangan (Mn), Sink (Zn) - Salter: Total fosfor (Tot P), Klorid (Cl) - Total ikke-flyktig organisk karbon (NPOC/DC) - Olje (C10-C30) - Klorerte organiske forbindelser - Polysykliske aromatiske hydrokarboner: ΣPAH16, ΣKPAH
Smeltevann fra snødeponi	<ul style="list-style-type: none"> - Fysiskalk-kjemiske parametere: Suspendert tørt stoff (STS), Suspendert gløderest (SGR), pH, Ledningsevne - Metaller i vann: Bly (Pb), Jern (Fe), Kadmium (Cd), Kalsium (Ca), Krom (Cr), Kobber (Cu), Mangan (Mn), Natrium (Na), Nikkel (Ni), Sink (Zn) - Metaller ved opptak i passive prøvetakere (DGT) eksponert i 4 uker: Aluminium (Al), Bly (Pb), Nikkel (Ni), Kadmium (Cd), Kobber (Cu), Krom (Cr), Mangan (Mn), Sink (Zn) - Salter: Total fosfor (Tot P), fritt fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$), klorid (Cl) - Total ikke-flyktig organisk karbon (NPOC/DC) - Olje (C10-C30) - Klorerte organiske forbindelser - Polysykliske aromatiske hydrokarboner: ΣPAH16, ΣKPAH
Avrenning fra vei	<ul style="list-style-type: none"> - Fysiskalk-kjemiske parametere: Suspendert tørt stoff (STS), Suspendert gløderest (SGR), pH, Ledningsevne - Metaller i vann: Bly (Pb), Jern (Fe), Kadmium (Cd), Kalsium (Ca), Krom (Cr), Kobber (Cu), Mangan (Mn), Natrium (Na), Nikkel (Ni), Sink (Zn) - Salter: Total fosfor (Tot P), fritt fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$), klorid (Cl) - Total ikke-flyktig organisk karbon (NPOC/DC) - Olje (C10-C30) - Klorerte organiske forbindelser - Polysykliske aromatiske hydrokarboner: ΣPAH16, ΣKPAH
Bekker	<ul style="list-style-type: none"> - Fysiskalk-kjemiske parametere: Suspendert tørt stoff (STS), Suspendert gløderest (SGR), pH, Ledningsevne - Metaller i vann: Bly (Pb), Jern (Fe), Kadmium (Cd), Kalsium (Ca), Krom

	<p>(Cr), Kobber (Cu), Mangan (Mn), Natrium (Na), Nikkel (Ni), Sink (Zn)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Metaller ved opptak i passive prøvetakere (DGT) eksponert i 4 uker: Aluminium (Al), Bly (Pb), Nikkel (Ni), Kadmium (Cd), Kobber (Cu), Krom (Cr), Mangan (Mn), Sink (Zn) - Salter: Total fosfor (Tot P), fritt fosfat (PO₄-P), klorid (Cl) - Total ikke-flyktig organisk karbon (NPOC/DC) - Olje (C10-C30) - Klorerte organiske forbindelser - Polysykliske aromatiske hydrokarboner: ΣPAH16, ΣKPAH
Brønnvann	<ul style="list-style-type: none"> - Fysiskalk-kjemiske parametere: Ledningsevne - Metaller i vann: Bly (Pb), Jern (Fe), Kadmium (Cd), Kalsium (Ca), Krom (Cr), Kobber (Cu), Mangan (Mn), Natrium (Na), Nikkel (Ni), Sink (Zn) - Salter: Klorid (Cl)

Det er i tillegg blitt gjort manuelle målinger i felt (temperatur og ledningsevne) på enkelte stasjoner (se **Figur 1**).

Fosfor finnes i forholdsvis høye konsentrasjoner i trafikkforurenset snø. Begrunnelsen for at denne variabelen blir etterspurt, er at fosfor er et nærings salt som påvirker plante/algevekst i ferskvann. Det er imidlertid trolig at total fosforet (tot P) som finnes i trafikkforurenset snø foreligger på partikkel form, og at det er lite tilgjengelig for planter. Det vil bety at måling av total fosfor i vegforurensning gir et feilaktig bilde av forurensningspotensialet. I denne undersøkelsen er det derfor i tillegg målt løst fosfor i form av fosfat (PO₄-P, filtrert) som er en mer biotilgjengelig fraksjon.

I stedet for KOF_{Cr} er det blitt målt glødetap som mål på totalt organisk stoff i prøvene. Dette gir en sikrere måling av organisk stoff og innebærer i tillegg en besparelse i analyseutgifter.

Klorerte organiske forbindelser: Det analyseres på ΣPCB samt α-Heksaklorsykloheksan, γ-Heksaklorsykloheksan, Heksaklorbenzen (HCB), Octaklorstyren, Pentaklorbenzen, p,p-DDD og p,p-DDE. I beregningen av ΣPCB inngår følgende polyklorerte bifenyl: 28, 52, 101, 105, 118, 138, 153, 156, 180, 209.

I beregningen av ΣPAH16 inngår følgende komponenter: Naftalen, Acenaftylen, Acenaften, Fluoren, Fenantren, Antracen, Pyren, Benz(a)antracen, Chrysen, Benzo(b+j)fluoranten, Benzo(k)fluoranten, Benzo(a)pyren, Dibenz(a,c+a,h)anthracene, Benzo(ghi)perylene, Indno(1,2,3-cd)pyren, Benzo(e)pyren, Perylen, Dibenzotiofen.

I beregningen av ΣkPAH omfattes følgende forbindelser: Benz(a)antracen, Benzo(b+j+k)fluoranten, Benzo(a)pyren, Indeno(1,2,3-cd)pyren og Dibenz(a,c+a,h)antracen¹. Disse har potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A + 2B (sannsynlige + trolige carcinogene).

Alle analysene er utført ved NIVAs akkrediterte laboratorium etter standard metoder.

¹ Bare a,h-isomeren har potensielt kreftfremkallende egenskaper

3. Resultater

3.1 Snø fra snødeponier i Oslo

3.1.1 Vegsalt, næringsalter og partikler

Konsentrasjonen av vegsalt var forholdsvis høy i snø fra deponiene der det ble tatt ut prøver i februar 2009. Konsentrasjonen av klorid var nærmere 1.5 g/l (**Tabell 2**). Dette reflekteres også i høy konduktivitet. Snøen inneholdt mye partikler (STS; suspendert tørrstoff), hvorav ca 30 % var organisk stoff (SGT). Konsentrasjonen av STS var i samme størrelsesorden som målt i snø fra Oslo tidligere, mens andelen organisk materiale var noe høyere.

Konsentrasjonen av totalt fosfor var meget høy. Andelen fosfat (total) var imidlertid lav. Den filtrerte, løste delen, som er lett tilgjengelig for alger, er enda lavere (ikke målt).

Tabell 2. Konsentrasjoner av generelle vannkvalitetsparametere i snø fra deponier i Oslo februar 2009. Resultatet fra et gjennomsnitt av 12 prøver er angitt som konsentrasjon i smeltevann.

Prøvetype	Analytt	Kjemisk formel	Form	Enhet	Konsentrasjon
Snø	Klorid	Cl	Total	mg/L	1380
	Konduktivitet	Kond	Total	mS/m	450
	Organisk karbon	NPOC/DC	Total	mg/L	48,1
	Suspendert gløderest	SGR	Total	mg/L	711
	Suspendert glødetap	SGT	Total	%	31,9
	Suspendert stoff	STS	Total	mg/L	1044
	Fosfor	Tot P/L	Total	µg/L	967
	Fosfat	PO4-P, m	Total	µg/L	6

3.1.2 Metaller

Konsentrasjonene av tungmetaller var forholdsvis høye. Alle metallene vist i **Tabell 3** er vanlig å finne i høye konsentrasjoner i vegsnø og vegavrenning. Tabellen viser at bly fremdeles er å finne i forholdsvis høye konsentrasjoner i forurensninger fra veg. Den høye konsentrasjonene av natrium kan forklares med vegsalt (NaCl). For øvrig var konsentrasjonene stort sett i samme størrelsesorden som funnet i snø fra kommunale gater i Oslo sentrum i 2006.

Tabell 3. Konsentrasjoner av et utvalg metaller i snø fra deponier i Oslo februar 2009. Resultatet fra et gjennomsnitt av 12 prøver er angitt som konsentrasjon i smeltevann.

Prøvetype	Analytt	Kjemisk formel	Form	Enhet	Konsentrasjon
Snø	Kadmium	Cd	Total	µg/L	<1
	Krom	Cr	Total	µg/L	56
	Kobber	Cu	Total	µg/L	144
	Jern	Fe	Total	µg/L	22400
	Mangan	Mn	Total	µg/L	485
	Natrium	Na	Total	µg/L	853
	Nikkel	Ni	Total	µg/L	36
	Bly	Pb	Total	µg/L	20
	Sink	Zn	Total	µg/L	358

3.1.3 Organiske miljøgifter

Konsentrasjonen av olje (C10-C40) i snøprøven var moderat. Den var lavere enn registrert i snøprøver fra 2006. For PAH16 var konsentrasjonen moderat høy, og i samme størrelsesorden som funnet i kommunale gater i sentrum av Oslo i 2006. Andelen av potensielt kreftfremkallende PAH (KPAH) var imidlertid langt høyere enn tidligere. Konsentrasjonen av PCB var også i samme størrelsesorden som funnet i kommunale sentrumsgater i 2006, men langt lavere enn konsentrasjoner funnet i snø langs sterkt trafikkerte veger. HCB hadde ca dobbelt så høy konsentrasjon som funnet i 2006 (Bækken 1994, Bækken 2006).

Tabell 4. Konsentrasjoner av organiske miljøgifter i snø fra deponier i Oslo februar 2009. Resultatet fra et gjennomsnitt av 12 prøver er angitt som konsentrasjon i smeltevann.

Prøvetype	Analytt	Kjemisk formel	Form	Enhet	Konsentrasjon
Snø	Olje		Total	µg/L	1000
	Benzo(a)pyren	BAP	Total	ng/L	380
	Sum KPAH	Sum KPAH	Total	ng/L	2630
	Sum PAH16	Sum PAH16	Total	ng/L	7373
	PCB7	Seven Dutch	Total	ng/L	29,1
	Sum PCB	Sum PCB	Total	ng/L	31,1
	pp'DDE	TDEPP	Total	ng/L	<4
	pp'DDD	DDEPP	Total	ng/L	<2
	a-Heksaklorsyklusheksan	HCHA	Total	ng/L	<2
	g- Heksaklorsyklusheksan	HCHG	Total	ng/L	<1
	Octaklorstyren	OCS	Total	ng/L	<1
	Pentaklorbenzen	QCB	Total	ng/L	3,7
	Heksaklorbenzen	HCB	Total	ng/L	130

3.2 Forurensinger i smeltevann og vegavrenning

3.2.1 Vegsalt, næringsalter og partikler

Konsentrasjonen av klorider var meget høy i første prøven tatt fra smeltevannet (april, tatt i overløpsrøret til rensekum) (**Figur 4**). Sammen med natriumdelen av saltet var konsentrasjonen (som NaCl) omkring 6.5 g/l (= 6.5 ‰). Kloridene er meget vannløselige og følger i stor grad med smeltevannet i den tidlige delen av nedsmelting. Allerede i den andre prøven (mai) hadde konsentrasjonen i rensekummen sunket til ca 0.2 g/l. Deretter var saltkonsentrasjonene i rensekummen lave.

Det foregikk ikke salting av vegen i den perioden undersøkelsen varte. Det er derfor ikke å forvente særlig høye konsentrasjoner i vegavrenningen. Det ble imidlertid observert noe forhøyede saltkonsentrasjoner som måtte ha sin opprinnelse i vegsalt lagret i vegskulder og veggroft. Variasjoner i konduktiviteten fulgte konsentrasjonen av klorider.

Konsentrasjonen av total fosfor var som regel høy både i rensekummen og i vegavrenningen (**Figur 4**). I en prøve fra vegavrenningen i juli var konsentrasjonen svært høy. Det samsvarte med en høy konsentrasjon av organisk materiale, og hadde sannsynligvis sammenheng med at plantedeler, samt smådyr som mark og insekter, kom med i avrenningen fra veggroften og havnet i oppsamlingspannene. Det løste, og plantetilgjengelige, fosforet hadde forholdsvis lave konsentrasjoner i rensekummen. I vegavrenningen var konsentrasjonene forholdsvis lave i april og mai, men var deretter økende utover sommeren. Årsaken er trolig den samme som nevnt over: at avrenningen fra veggroften inneholder fosforrike plante og dyrerester.

Partikkelkonsentrasjonen (STS, suspendert tørrstoff) var høyere i rensekummen enn i vegavrenningen (**Figur 5**). En stor andel (ca 80-90 %) av dette var uorganisk materiale. I vegkummen var andelen uorganisk ca 40-80 %. Konsentrasjonen av organisk karbon var moderat høy. Den forholdsvis store organiske andelen av partikler fra vegavrenningen har samme forklaring som for fosfor: tilførsler av plante og dyrerester. Det kan også være andre organiske forbindelser slik som olje. Analysene viste imidlertid ikke høye konsentrasjoner av olje i avrenning til vegkummene (se nedenfor).

pH lå mellom 6.2 og 7.6 i rensekummen og mellom 6.4 og 7.3 i vegavrenningen. De høyeste verdiene i rensekummen ble observert tidlig i smelteperioden (april og mai).

3.2.2 Metaller

Total konsentrasjonene av metaller varierte mye (**Figur 6**). Med unntak for natrium (som kommer fra vepsaltet), ble de høyeste konsentrasjonene i rensekummen påvist i juni, mens det for vegavrenningen ble påvist høyest konsentrasjoner i juli. De samme prøvene hadde høye konsentrasjoner av partikler. Normalt er en stor del av metallene bundet til partikler.

Løste metaller slik de ble målt med DGT viser den gjennomsnittlige løste delen av metallene over perioden mellom prøvetakingene (ca 4 uker). DGT'er ble satt ut i bekkene i tillegg til rensekummen. De gjennomsnittlige konsentrasjonene av løste metaller i rensekummen var naturlig nok langt lavere enn totalen (stikkprøver). For de fleste metallene var konsentrasjonen høyest i den første prøven (april). DGT-løste metaller ble ikke målt i vegavrenningen. DGT-løste metaller i rensekummen er vist i figurer sammen med resultatet for bekkene (**Figur 12**).

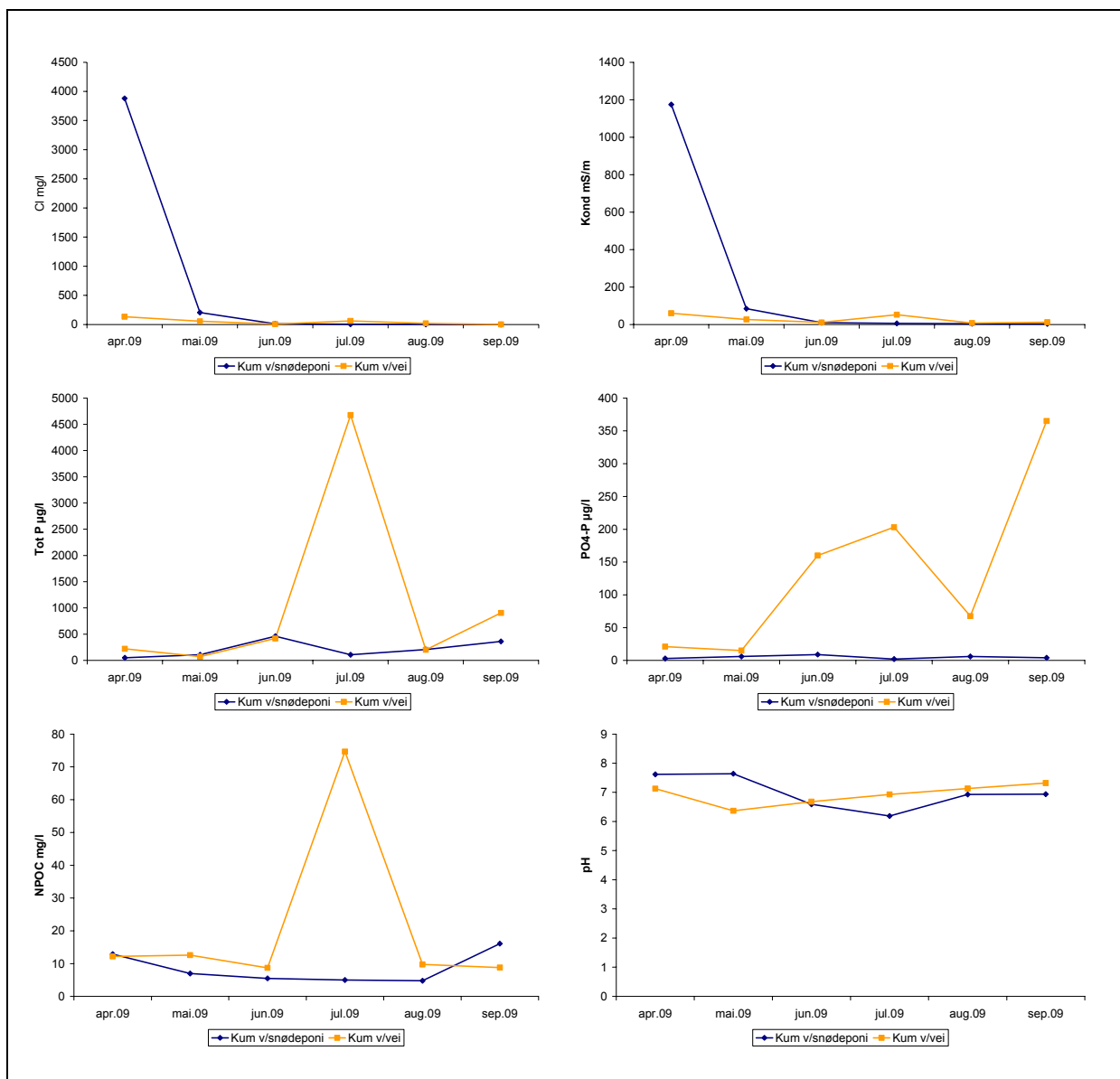
3.2.3 Organiske miljøgifter

Konsentrasjonen av olje var lav i første prøve både i vegavrenningen og kummen ved snødeponiet. I rensekummen økte konsentrasjonen utover sommeren, med maksimum i augustprøven. I vegavrenningen var det liten variasjon i oljekonsentrasjonene (**Figur 7**).

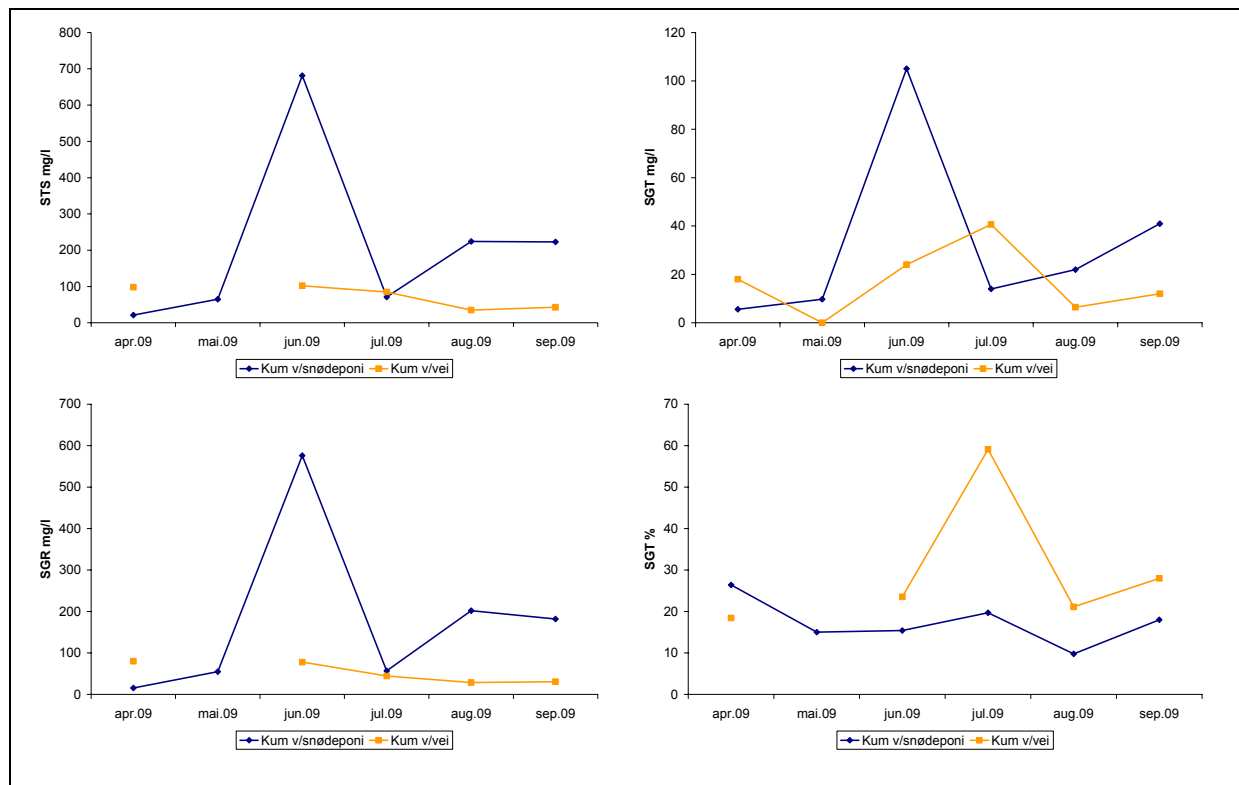
I vegavrenningen ble det registrert en konsentrasjonstopp av PAH16 i juni. For øvrig var konsentrasjonene forholdsvis lave. Det samme mønsteret gjentok seg for de klororganiske forbindelsene PCB og HCB. Organiske miljøgifter vil i stor grad være bundet opp til partikler. Konsentrasjonstoppen samsvarte med høy konsentrasjon av partikler.

I rensekummen var konsentrasjonene av PAH16 lave i april-juni. Deretter økte konsentrasjonen i august og september. Det samme konsentrasjonsmønsteret ble observert for de klororganiske forbindelsene PCB og HCB. Partikkelkonsentrasjonen, ikke minst den organiske delen, var høy i vegavrenningen denne perioden.

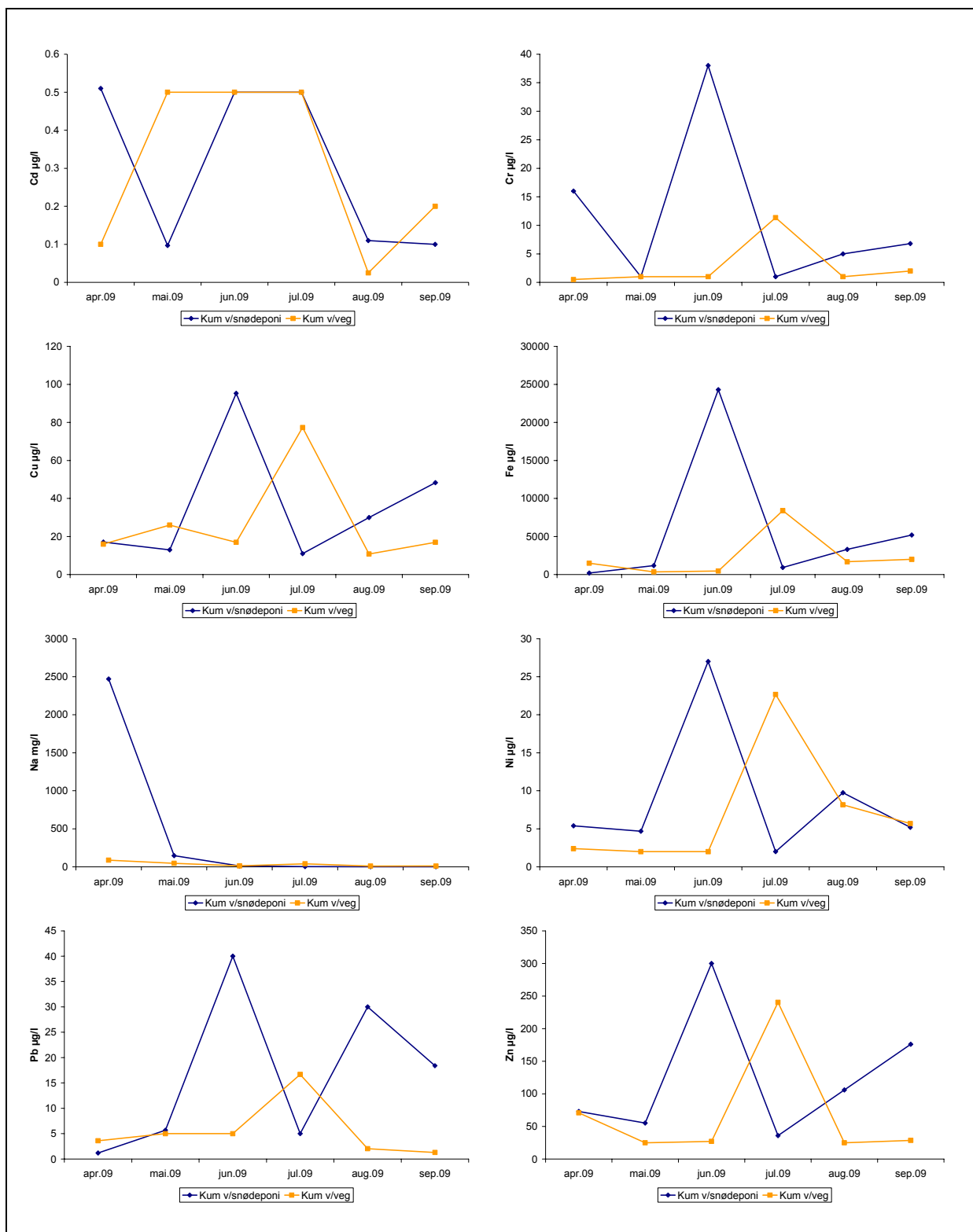
Årsaken til de økte konsentrasjonene utover høsten er sannsynligvis økt avrenning på grunn av graving i deponiet på slutten av sommeren for å øke nedsmeltingen.



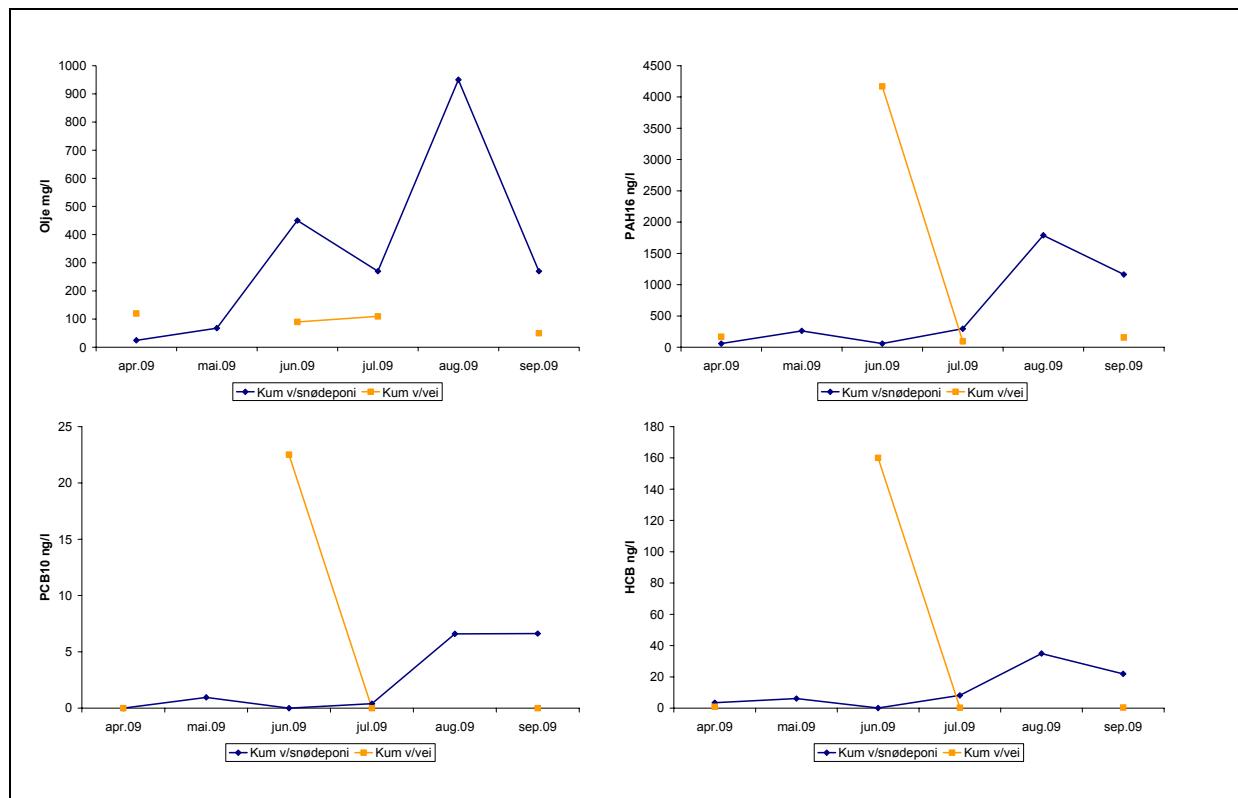
Figur 4. Konsentrasjoner av generelle vannkvalitetsvariable i kum ved snødeponi og avrenning fra veg. Stikkprøver, totalkonsentrasjon.



Figur 5. Konsentrasjoner av ulike former av suspendert tørrstoff (partikler) i kum ved snødeponi og avrenning fra veg (STS: totalt suspendert tørrstoff, SGT: glødetap = organisk stoff, SGT %: andelen organisk stoff av STS, SGR: gløderest = uorganisk materiale). Stikkprøver, totalkonsentrasjon.



Figur 6. Konsentrasjoner av ulike metaller i kum ved snødeponi og avrenning fra veg. Stikkprøver, totalkonsentrasjon.



Figur 7. Konsentrasjoner av olje og utvalgte organiske miljøgifter i kum ved snødeponi og avrenning fra veg. Stikkprøver, totalkonsentrasjon.

3.2.4 Ekstra prøver fra deponi og rensesystem

I løpet av høsten 2009 ble renseanlegget utbedret. Det ble derfor tatt inn 2 ekstra prøver 19. november; én prøve fra dam på snødeponiet før renseanlegget og én fra prøvetakingskummen etter renseanlegget. Det foregikk arbeid ved deponiet under prøvetakingen.

Både prøven før og etter ”rensning” hadde høye konsentrasjoner av de fleste forbindelsene (**Tabell 5**, **Tabell 6** og **Tabell 7**). Begge prøvene hadde høyt partikkelinnhold (STS). Prøven fra etter ”rensning” hadde konsentrasjoner i samme størrelsesorden eller høyere enn prøven fra deponidam før rensning. Konsentrasjonene i disse prøvene var for flere av stoffene høyere enn det som ble målt tidligere i rensekummen. De høye kloridkonsentrasjonene tyder på at graving i snømassene har tilført nytt smeltevann fra snø som inntil da har vært helt frossen.

Det vi observerer av forurensninger i vannprøven fra ”etter rensing” er sannsynligvis en innblanding fra tidligere sedimenterte forurensninger i utløpskummen (kum ved snødeponi, se over), blandet med ”nytt” smeltevann. Prøven representerer derfor ikke vann etter en renseprosess. Disse to prøvene kan altså ikke fortelle noe om renseanleggets funksjon, men er snarere en bekreftelse på at snøen inneholder mye forurensninger.

Tabell 5. Konsentrasjonen av generelle vannkvalitetsparametere i smeltevann fra deponiet og fra prøvetakingskum etter renseanlegg. Prøver tatt 19. november 2009.

Analytt	Kjemisk formel	Enhet	Konsentrasjon Prøvekum	Konsentrasjon Snødeponi
Konduktivitet	Kond	mS/m	18,3	6,46
pH	pH		6,92	6,91
Suspendert tørrstoff	STS	mg/L	876	712
Suspendert gløderest	SGR	mg/L	712	578
Fosfor	Tot P/L	µg/L	1077	987
Fosfat	PO4-P, m	µg/L	55	119
Klorid	Cl	mg/L	5,97	1,86
Organisk karbon	NPOC/DC	mg/L	94,5	108

Tabell 6. Konsentrasjonen av tungmetaller i smeltevann fra deponiet og fra prøvetakingskum etter renseanlegg. Prøver tatt 19. november 2009.

Analytt	Kjemisk formel	Enhet	Konsentrasjon Prøvekum	Konsentrasjon Snødeponi
Kalsium	Ca	µg/L	28800	12600
Kadmium	Cd	µg/L	0,74	0,25
Krom	Cr	µg/L	47,9	<1
Kobber	Cu	µg/L	168	108
Jern	Fe	µg/L	37100	5380
Mangan	Mn	µg/L	721	143
Natrium	Na	µg/L	8470	2600
Nikkel	Ni	µg/L	64,9	7,2
Bly	Pb	µg/L	149	125
Sink	Zn	µg/L	601	297

Tabell 7. Konsentrasjonen av organiske miljøgifter i smeltevann fra deponiet og fra prøvetakingskum etter renseanlegg. Prøver tatt 19. november 2009.

Analytt	Kjemisk formel	Enhet	Konsentrasjon Prøvekum	Konsentrasjon Snødeponi
Olje	Olje	µg/L	1500	1300
Polysykliske aromatiske hydrokarboner	Sum PAH16	ng/L	4919	4734
Potensielt kreftfremkallende PAH'er	Sum KPAH	ng/L	2204	2004
Polyklorerte bifenyler	Sum PCB	ng/L	21,11	31,27
Pentaklorbensen	QCB	ng/L	2,4	2,6
Heksaklorbensen	HCB	ng/L	48	49

3.3 Bekker

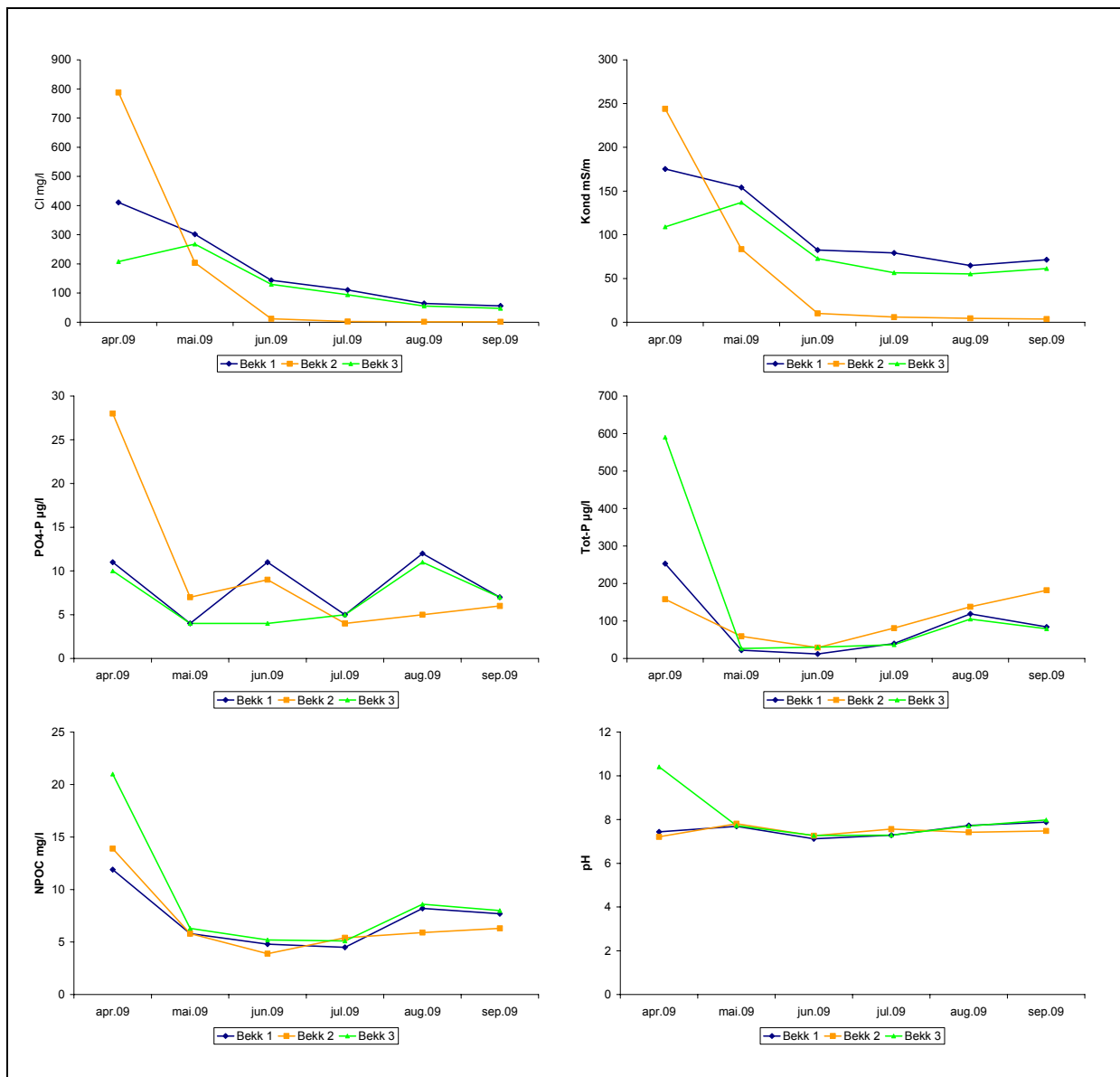
3.3.1 Vegsalt, næringsalter og partikler

Konduktiviteten reflekterer det totale innholdet av salter i en prøve. Verdiene var høye i de tidligste prøvene og særlig i prøvene fra Bekk 2 (**Figur 8**). Mye av dette representerer vegsalt (NaCl). I bekkeprøvene var det imidlertid også mye kalsiumsalter (Ca^{++}). De vil gjøre utslag på konduktivitetsverdiene, særlig når konsentrasjonene av natriumklorid avtar. Konsentrasjonene av klorider var høye i starten av måleperioden, og høyest ved Bekk 2. Sammen med natrium utgjorde saltinnholdet her nærmere 1.5 g/l. Konsentrasjonen av klorider avtok etter hvert i alle prøvene, men raskest ved Bekk 2. Denne bekken består i stor grad av smeltevann fra deponiet, og har lite annet vann uten om i regnværperioder. Avtagende konsentrasjoner allerede i vårprøvene viser at saltet går ganske raskt ut av snøen. Ved Bekk 1 avtok konduktiviteten seinere enn ved Bekk 2. Mye av vannet her kommer fra oppkommet litt lengre opp i bekken. Vannet i oppkommet synes å være grunnvann som under snøsmeltingen mottar forurensninger fra deponiet. Ikke minst i form av klorider. Konsentrasjonen av klorider holder seg forholdsvis høy i Bekk 1 lenge ved etter at konsentrasjonene av klorid målt i Bekk 2 er lave. De manuelle målingene i felt viste også høye konsentrasjoner av salter i selve oppkommet. Mye av dette er klorider, men deler av det vil være andre salter. Det kan ikke utelukkes at selve vegsaltingen også kan bidra til noe av konduktiviteten som observeres i oppkommet og kloridene ved Bekk 1.

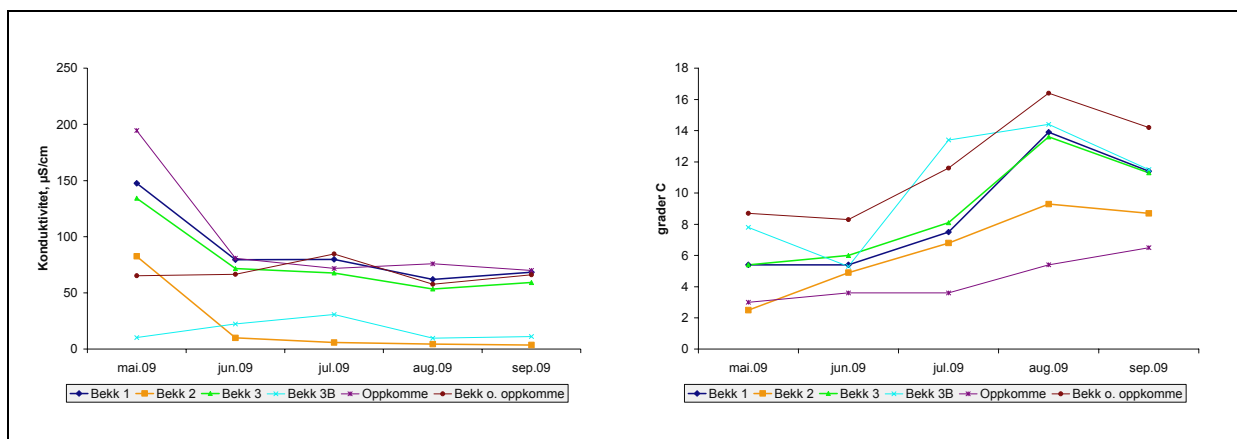
pH ligger oftest omkring 7 i bekkene. Et klart unntak var prøven fra Bekk 3 i april. Her var det meget høy pH med 10.4. Dette har ingen sammenheng med snødeponiet. Det synes å ha vært et utslipp med sterk basisk reaksjon i nedbørfeltet til bekken som kommer inn fra øst. pH må her ha vært enda høyere, da målingen er tatt etter at bekken fra øst er blandet inn i vann fra de to andre bekkene. En så høy pH kan i seg selv være giftig, men den kan også innvirke på andre forbindelser som kan endre tilstandsform og bli giftige. Vi kjenner ikke til hva som har medført den høye pH-verdien eller om den har gitt gifteffekter nedover i bekken. Det syntes imidlertid også å være ledsaget av høye konsentrasjoner av enkelte metaller.

Konsentrasjonene av plantenæringsstoffet fosfor var høy i den første prøven, særlig for total fosfor (tot-P). Mye at dette var imidlertid bundet opp til partikler. Det løste fosforet ($\text{PO}_4\text{-P}$ filtrert), som er lett tilgjengelig for planter, var også forhøyet i begynnelsen av avrenningsperioden, men ble betydelig redusert etter hvert. Det var en god korrelasjon mellom konsentrasjonen av tot-P og suspendert tørrstoff (STS). Konsentrasjonen av organisk karbon hadde tilsvarende forløp, med moderat høye konsentrasjoner i starten som avtok etter hvert i smelteperioden.

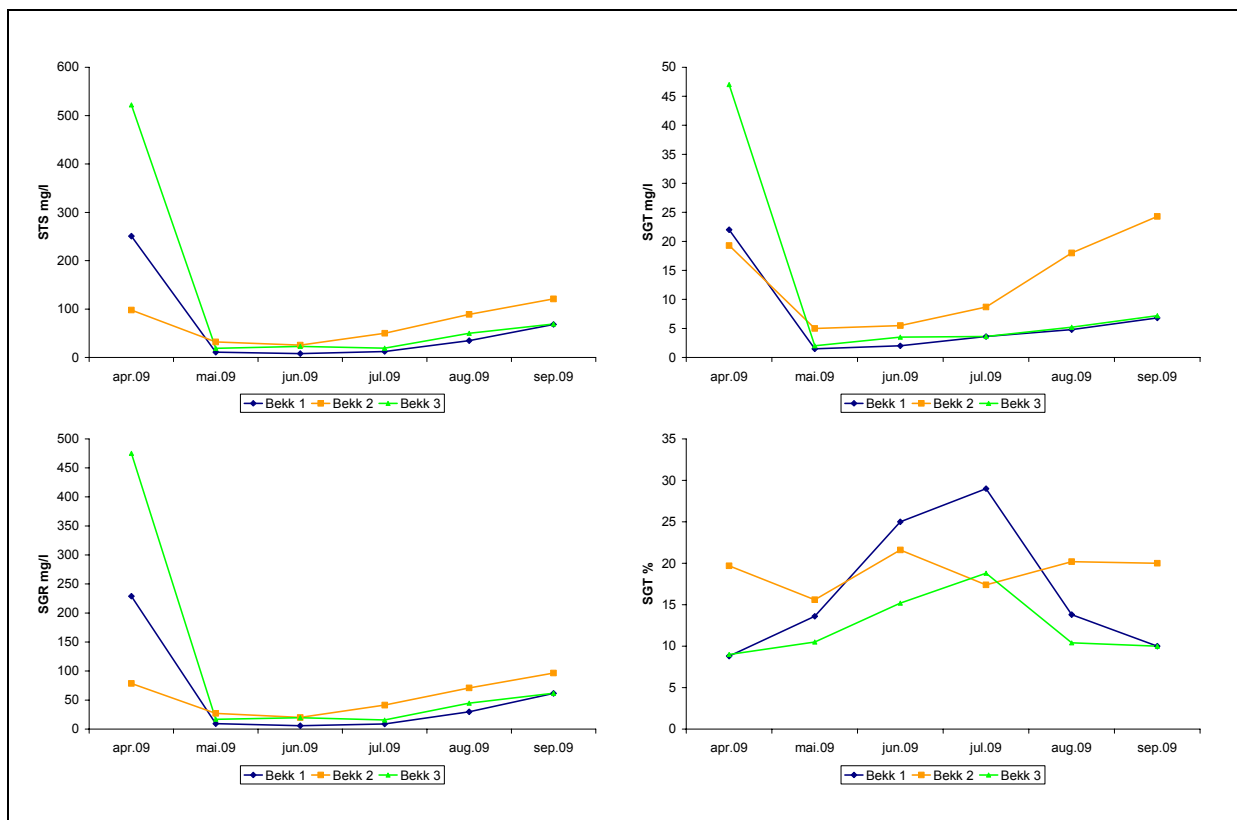
Partikkelkonsentrasjonen (STS, suspendert tørrstoff) i bekkeprøvene var høy i april. De høyeste konsentrasjonene ble da registrert i Bekk 1 og Bekk 3 (**Figur 10**). Dette skyldes avrenning av jordbruksarealer, men også graving i bekkleiet. En stor andel (ca 90 %) av dette var uorganisk materiale. Etter at snøsmelting i nedbørfeltet til bekkene var over avtok partikkelkonsentrasjonene kraftig. Fra da av var det høyest konsentrasjon av partikler ved Bekk2, altså i vann fra snødeponiet. Andelen organisk stoff i avrenningen fra deponiet var omkring 20 % hele perioden. I de andre bekkene var det en tydelig sesongvariasjon grunnet mer tilgjengelig plante og dyrerester om sommeren. På ettersommeren og høsten økte partikkelinnholdet betydelig i avrenningsvannet fra snødeponiet (Bekk 2). Dette var trolig forårsaket av gravingen i deponiet.



Figur 8. Konsentrasjoner av generelle vannkvalitetsvariable i bekkene. Stikkprøver, totalkonsentrasjon.



Figur 9. Manuelle målinger i felt av konduktivitet og temperatur



Figur 10. Konsentrasjoner av ulike former av suspendert tørrstoff (partikler) i bekkene (STS: totalt suspendert tørrstoff, SGT: glødetap = organisk stoff, SGT %: andelen organisk stoff av STS, SGR: gløderest = uorganisk materiale). Stikkprøver, totalkonsentrasjon.

3.3.2 Metaller

Nye kriterier for vurdering av kjemisk tilstand i henhold til Vanndirektivet ble gitt i 2007. Disse avviker noe fra SFTs klassifiseringssystem fra 1997 (Andersen et al 1997). Vi har valgt å presentere forurensningsklassene i henhold til vurderingssystemet fra 1997 for å lette sammenligningen med 2006 dataene (Bækken 2007). Systemene er uansett ikke beregnet på vann i små bekker. Klassifiseringen er derfor bare gjort for å anskueliggjøre høye og lave konsentrasjoner.

For tungmetallene var totalkonsentrasjonene forholdsvis høye for mange av metallene, særlig ved starten av smelteperioden (**Figur 11**). Kobber (Cu) fantes i forholdsvis høye konsentrasjoner både ved Bekk 1 og Bekk 2. På begge stasjonene avtok konsentrasjonen betydelig etter den første smelteperioden. Kobber er et vanlig metall i snø- og vegavrenning. Ved Bekk 3 var imidlertid konsentrasjonen av Cu ved denne prøverunden betydelig høyere enn i vann fra Bekk 1 og Bekk 2. Det betyr at en vesentlig del av kobberforurensningen må komme fra sidebekken fra øst. Det samme ble observert for krom og bly. I de samme prøvene fra Bekk 3 ble det også registrert høye konsentrasjoner av partikler og total fosfor. Dette var samme prøve som også hadde meget høy pH. Alle konsentrasjonene var så høye at de ikke kan forklares med tilførsler fra Bekk 1 og Bekk 2.

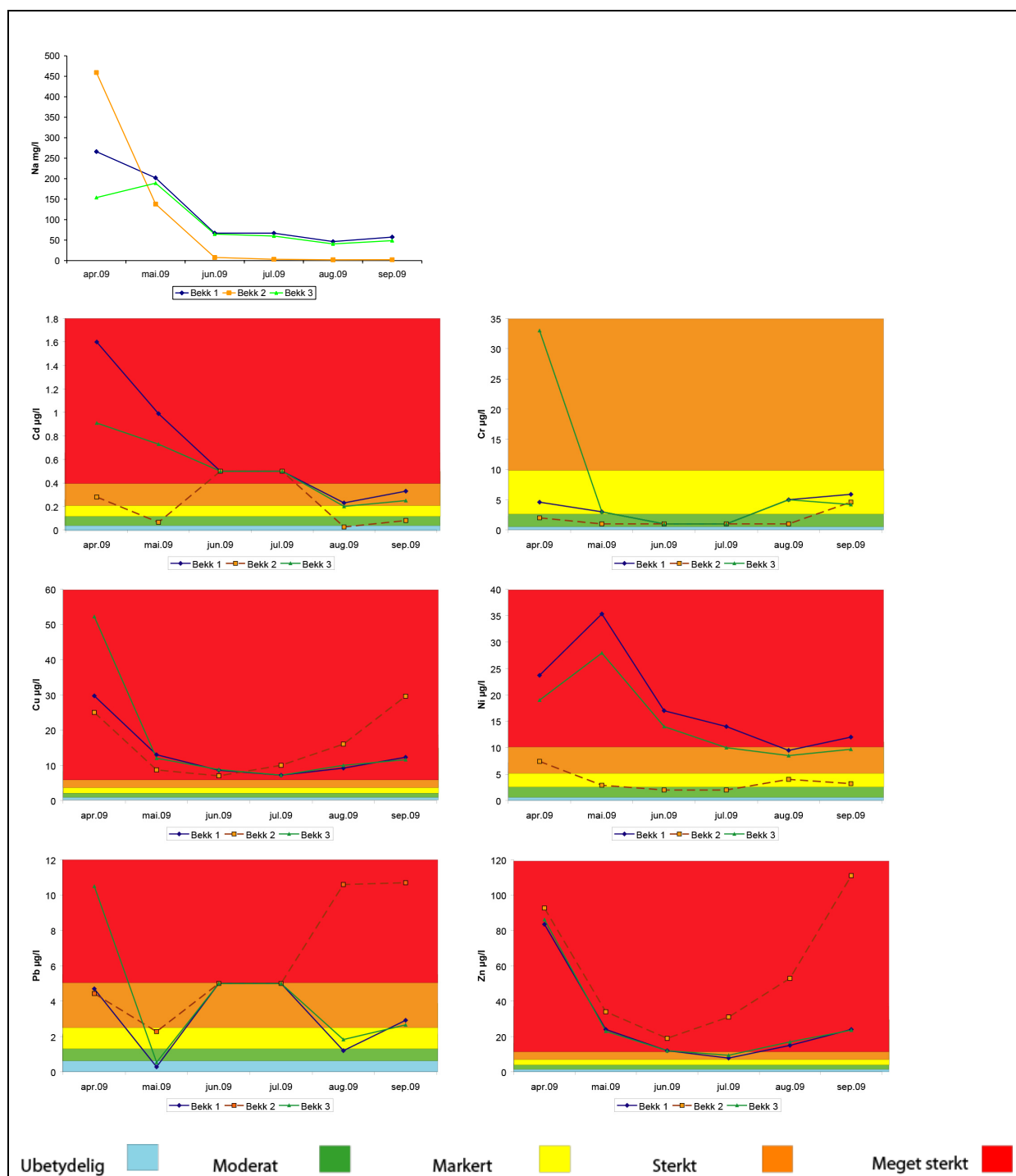
For nikkel var det en spesiell situasjon. Konsentrasjonene var langt høyere ved Bekk 1 (og Bekk 3) enn i Bekk 2 gjennom hele måleperioden. Konsentrasjonene avtok utover høsten. Årsaken til høye verdier i oppkommet kan være forurensning fra snødeponi (og veg), men det kan også være naturlig høye nikkelverdier i grunnen. Muligens er det en kombinasjon av begge. Det ble ikke målt metaller lengre oppe i bekken i 2009. Resultatene fra 2006 viste imidlertid at det var lave konsentrasjoner av nikkel og andre metaller i bekken fra pukverket, men at det var høye konsentrasjoner i bekken nedstrøms oppkommet. Konsentrasjonene av nikkel lå den gang mellom 35 og 60 µg/l, altså en god del høyere enn det som ble registrert ved Bekk 1 i 2009. Dette kan tolkes som redusert forurensnings-tilførsel til grunnen.

Konsentrasjonen av kobber, bly og sink ved Bekk 2 økte betydelig i høstprøvene. Dette skyldes trolig graving i deponiet for å øke hastigheten av nedsmeltingen.

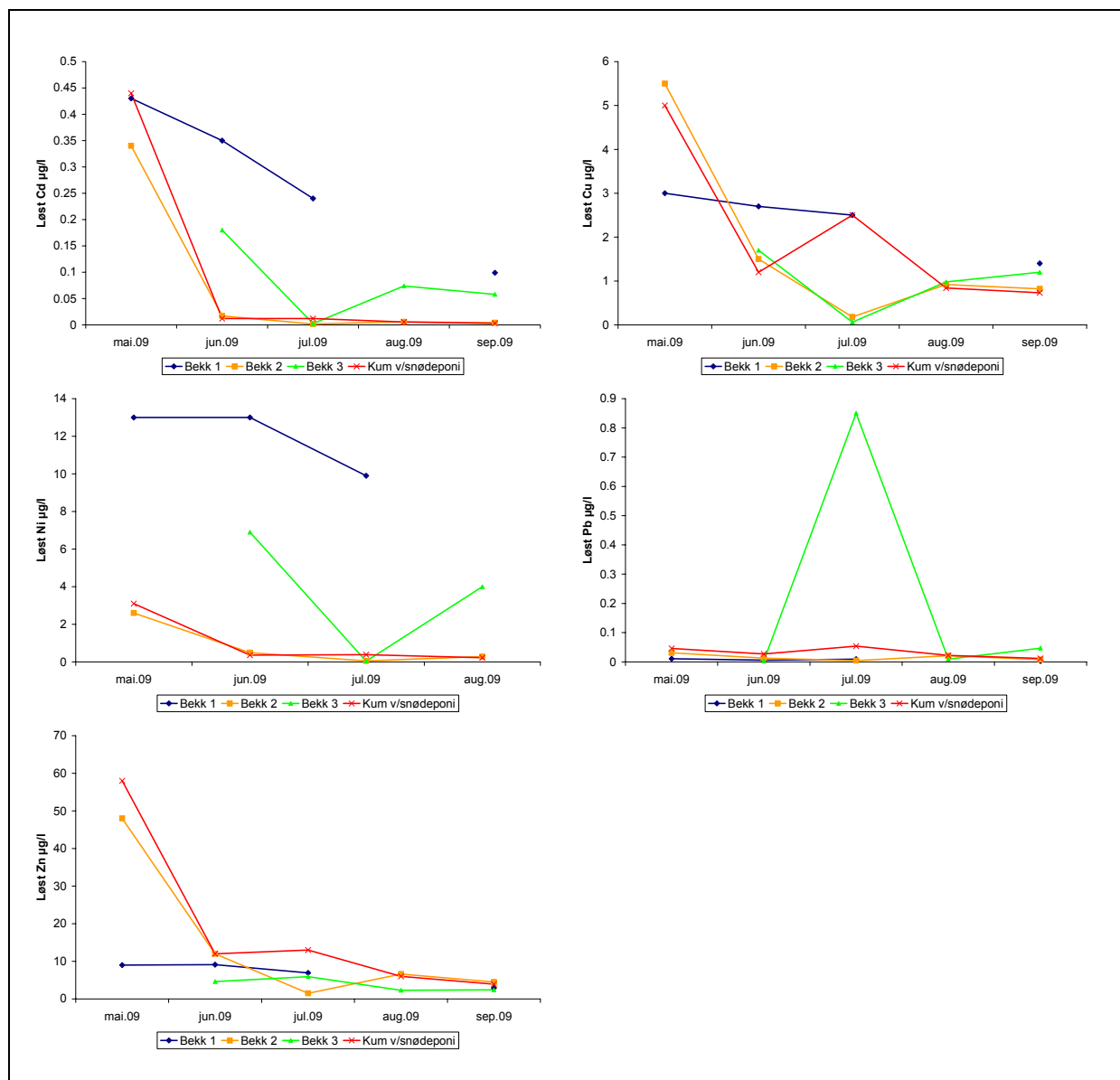
Konsentrasjonene av metaller i rensekummen var stort sett i samme størrelsesorden som i Bekk2, med unntak av prøven fra juni. I denne prøven var konsentrasjonene i rensekummen meget høy og langt høyere enn i Bekk 2. For metaller (og organiske miljøgifter), som i betydelig grad er bundet til partikler, kan en tilfeldig metallrik partikkel medføre høye konsentrasjoner i prøven. Tilsvarende forskjell i konsentrasjoner ble ikke observert for DGT løste metaller (se nedenfor).

Den løste delen av metallene er mest biologisk tilgjengelig. Vi brukte DGT for å få et bilde av gjennomsnittlig løst konsentrasjon over perioden mellom hver prøvetaking (ca 4 uker). Første prøven representerer derfor perioden mellom 2.4.2009 og 4.5.2009. Konsentrasjonene av de fleste metallene var forholdsvis høye, men de var langt lavere enn det som ble registrert i undersøkelsen fra 2006 (**Figur 12**). Prøven fra Bekk 2 hadde høyest konsentrasjoner av de fleste metallene den første perioden. Senere avtok konsentrasjonene, og da raskere ved Bekk 2 enn ved Bekk 1. I Figur 12 er også konsentrasjonene av DGT-løste metaller i rensekummen vist (se også 3.2.2). Det var nesten identiske konsentrasjoner i rensekummen og i Bekk 2, noe som indikerer at vann fra rensekummen er den dominerende vannkilden til Bekk 2.

Ved Bekk 1 var det lavere metallkonsentrasjoner, både totalkonsentrasjoner og DGT løst, i 2009 enn i 2006. Det antyder redusert tilførsel av metaller fra snødeponiet. Forurensningen i denne bekken kommer først og fremst kommer fra oppkommet. Det er derfor trolig at mindre forurensninger nå går ned i grunnen under deponiet enn i 2006. Siden undersøkelsen i 2006 er området for snødeponi tettet med et asfaltdekke.



Figur 11. Konsentrasjoner av metaller i bekkene. Stikkprøver, totalkonsentrasjon. Forurensningsklasser er i henhold til SFT 1997. Systemet er ikke beregnet på små bekker. Klassifiseringen er gjort for å anskueliggjøre høye og lave konsentrasjoner (se tekst).



Figur 12. Konsentrasjoner av DGT-løste metaller i bekkene og i smeltevann i kummen ved snødeponiet. Gjennomsnitt over ca 4 uker. Vær oppmerksom på at første prøveserie er tatt inn i mai, og dekker perioden 2. april til 4. mai.

3.3.3 Organiske miljøgifter

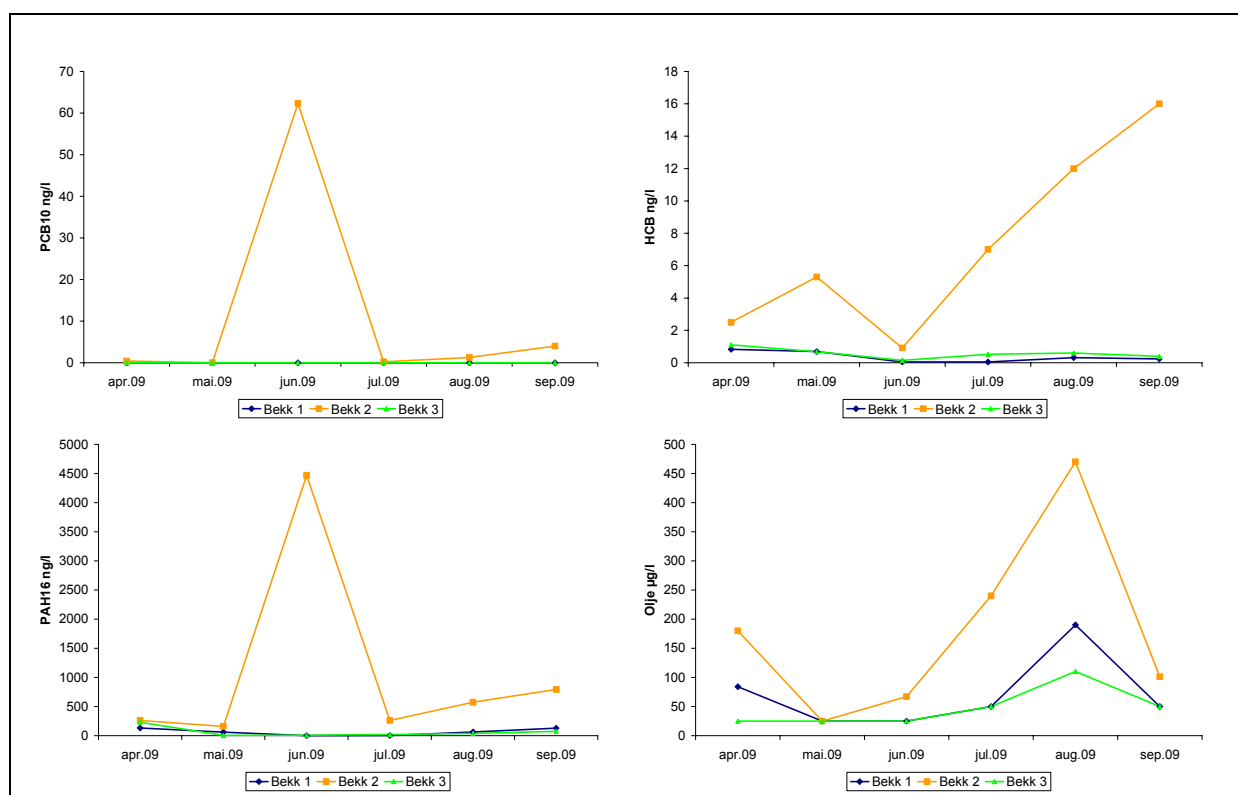
Klororganiske stoffer ble først og fremst funnet ved Bekk 2 og kom derfor med stor sannsynlighet fra snødeponiet (**Figur 13**). Konsentrasjonen av PCB var stort sett lave med unntak av prøven fra juni. Den høye verdien i juni viser at prøven har inneholdt partikler med høyt innhold av PCB. Det var også forhøyede konsentrasjoner både av femklorert- (QCB) og seksklorert (HCB) bensen ved Bekk 2. Konsentrasjonen av PCB, og særlig av HCB økte utover høsten, sannsynligvis som et resultat av gravevirkosheten i deponiet. En prøve hadde også rester av nedbrytningprodukter av DDT.

PAH (Polysykliske Aromatiske Hydrokarboner) hadde også høyest konsentrasjoner ved Bekk 2 og kom derfor også mest sannsynlig fra snødeponiet. Som for PCB ble det funnet en høy konsentrasjonstopp i juni. PAH er den meget vanlig miljøgift i forbindelse med trafikk og urbane områder. Andelen potensielt kreftfremkallende PAH var forholdsvis høy. Ved Bekk 2 varierte den fra ca en tredjedel til

nesten halvparten. Konsentrasjonen av PAH økte utover høsten, sannsynligvis som et resultat av gravingen i deponiet.

Olje ble også først og fremst funnet ved Bekk 2, og kommer da fra snødeponiet/vegavrenningen. Konsentrasjonene varierte en del fra lave til moderat høye/høye. Også konsentrasjonen av olje økte utover høsten, sannsynligvis som et resultat av gravingen.

For flere av forurensningsstoffene ble det registrert en ny økning i konsentrasjoner i prøvene fra august. På dette tidspunktet ble det gravd i deponiet med bulldoser for å øke smeltegraden. Dette er sannsynligvis årsaken til de økte konsentrasjonene i bekkene. Dette gjaldt imidlertid ikke for klorider som syntes å være nesten helt ute av snødeponiet på dette tidspunktet.



Figur 13. Konsentrasjoner av olje og utvalgte organiske miljøgifter i bekkene. Stikkprøver, totalkonsentrasjon.

3.4 Drikkevannsbrønner

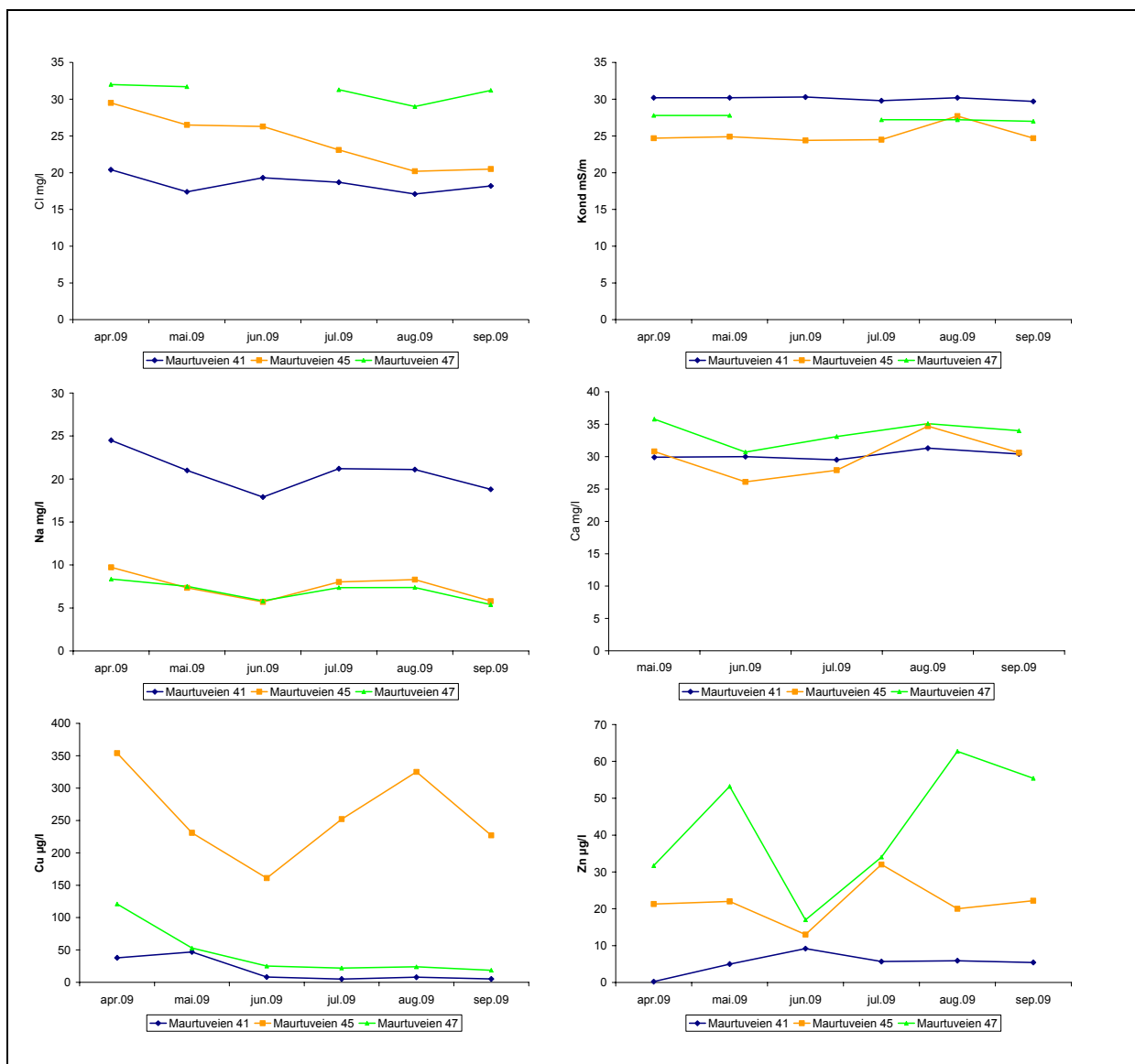
Brønner fra Maurtuveien 41, 45 og 47 ble undersøkt mhp salt (natriumklorid) og et utvalg tungmetaller. Det var høyest kloridkonsentrasjoner i Maurtuveien 41 og lavest i Maurtuveien 47 med konsentrasjoner omkring henholdsvis ca 18 mg/l og ca 30 mg/l. Konduktiviteten var høyest ved Maurtuveien 41. Det viser at det her også er andre salter som bidrar vesentlig til konduktiviteten i brønnvannet. Det var høye kalsiumverdier i alle brønnene med konsentrasjoner omkring 30-35 mg/l. Dette er trolig en naturlig del av grunnvannet i dette området.

Det ble det påvist høyere konsentrasjoner av klorider i brønnvannet i 2009 enn i 2006. Variasjonen mellom prøvene i hver av brønnene var forholdsvis liten. Konsentrasjonsnivåene var fremdeles ikke problematiske, men økningen kan likevel være et tegn på at vegsalt er i ferd med å trenge seg inn i grunnvannet/brønnvannet. Drikkevannsforskriften med endringer gjeldende fra 2006 gir en grenseverdi for klorid på 200 mg/l, men anbefaler likevel at klorider ikke bør overstige 100 mg/l. Klorider følger lett vannstrømmen. Dette ionet er derfor en god indikator på om eller når grunnvannet blir påvirket av avrenningen fra bl.a. veg og snødeponi.

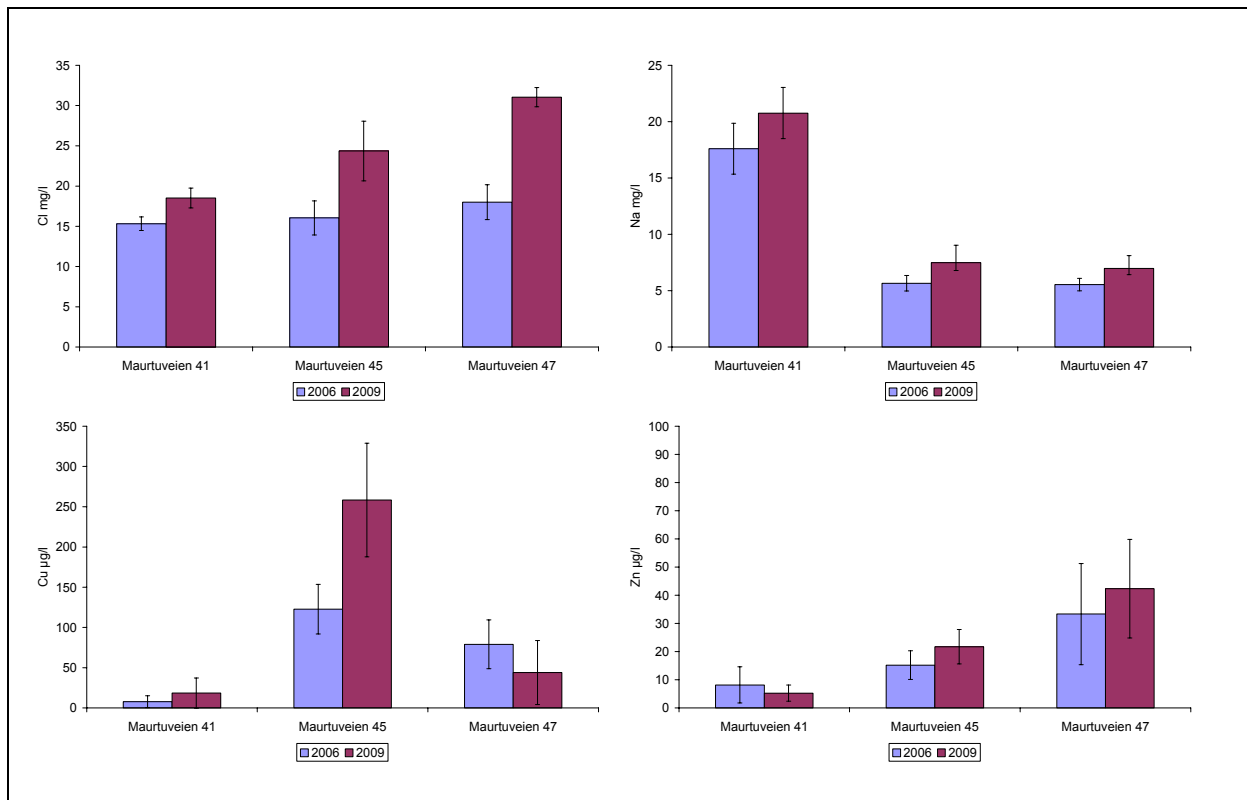
For metallene i 2009 var situasjonen nokså lik situasjonen i 2006. Konsentrasjonene av natrium var lav i Maurtuveien 45 og 47, mens den nærmer seg en anbefalt grense for personer på saltdiett i Maurtuveien 41. For natrium hadde gjennomsnittskonsentrasjonene økt noe i alle brønnene fra 2006 til 2009. Dette kan, som for klorider, også være et tegn på at vegsalt er i ferd med å noe grunnvannet. Drikkevannsforskriften med endringer gjeldende fra 2006 gir en grenseverdi for natrium på 200 mg/l. Men samtidig kreves det drikkevann med mindre enn 20 mg/l for personer på natriumfattig diett. I følge WHO vil det være saltsmak på vannet ved ca 200 mg NaCl. Det tilsvarer ca 80 mg/l av natrium.

Det var forholdsvis høye konsentrasjoner av kobber (Cu). Dette var særlig tydelig i Maurveien 45. I gjennomsnitt var konsentrasjonen her ca 123 µg/l i 2006 og ca 258 µg/l 2009. Det er lite trolig at det skyldes avrenning fra snødeponiet, men snarere at det skyldes utlekking av metaller tilknyttet rør og utstyr i vannforsyningen. Drikkevannsforskriften med endringer gjeldende fra 2006 gir en grenseverdi for kobber hos abonnent på 1mg/l (1000 µg/l). Av de andre metallene var konsentrasjonene av sink far lave til moderat høye. De laveste konsentrasjonene ble observert i Maurtuveien 41, mens de høyeste ble funnet i Maurtuveien 47. I Maurtuveien 47 var konsentrasjonene i gjennomsnitt 33 µg/l i 2006 og 42 µg/l i 2009. Selv om sink er av de metallene som lettest kan bevege seg løst med vannstrømmen, vil vi anta at sink i brønnvannet snarere er av naturlig opprinnelse, eventuelt med tillegg fra rør og utstyr i vannforsyningsinstallasjonen. Det er ikke gitt grenseverdier for sink i drikkevannsforskriften.

Det ble ikke målt organiske miljøgifter i brønnvannet i 2009, da det er usannsynlig at disse stoffene vil komme i påviselige konsentrasjoner ved så lavt forurensingsnivå som det nå er i brønnvannet. Målingene i 2006 viste ingen forurensning av disse stoffene.



Figur 14. Klorider, konduktivitet og et utvalg metaller i prøver fra drikkevannsbrønner i 2009. Stikkprøver, totalkonsentrasjon.



Figur 15. Gjennomsnittskonsentrasjoner av klorid, natrium, kobber og sink i drikkevannsbrønner i henholdsvis 2006 og 2009. Variasjon mellom prøvene er angitt som (+/-) standardavvik på hver søyle.

4. Konklusjoner

- Snøen i deponiet på Åsland inneholder de vanlige trafikkforurensningene i fra moderat høye til høye konsentrasjoner. Dette vises i prøver fra snødeponier i Oslo og i smeltevann fra kummer på snødeponiet på Åsland.
- Det var liten avrenning fra E6 i undersøkelsesperioden. Bidraget fra vegavrenningen til forurensning av bekkene var derfor lite selv om enkelte stoffer ble funnet i høye konsentrasjoner.
- Bekkene forurenses av avrenningen fra snødeponiet under nedsmeltingen. Særlig tydelig var dette i starten av smelteperioden. Graving i deponiet for å øke hastigheten på nedsmeltingen økte forurensningen i bekkene.
- Vannet fra oppkommet som fører bekken på østsiden av E6 er forurenset av salt, og har høye konsentrasjoner av nikkel. Saltet skyldes trolig avrenning fra snødeponiet. For nikkel kan årsaken være tilførsler fra snødeponiet og/eller høyt naturlig nikkelinhold i grunnen.
- Det var lavere metallkonsentrasjoner i bekken på østsiden av E6 i 2009 enn i 2006. Forurensningen i denne bekken kommer først og fremst fra et oppkomme. Det er derfor trolig at mindre forurensinger nå går ned i grunnen under deponiet enn i 2006. Siden undersøkelsen i 2006 er området for snødeponi tettet med et asfaltdekke.
- Det ble påvist høyere konsentrasjoner av klorider i brønnvannet i 2009 enn i 2006. Konsentrasjonsnivåene var fremdeles ikke problematiske, men økningen kan likevel være et tegn på at vegsalt er i ferd med å trenge seg inn i grunnvannet/brønnvannet.
- Det var forholdsvis høye konsentrasjoner av kobber (Cu) i brønnvannet. Dette var særlig tydelig i Maurtuveien 45. Det er lite trolig at det skyldes avrenning fra snødeponiet, men snarere at det skyldes utlekking fra rør og utstyr tilknyttet vannforsyningen.

5. Litteratur

Utvalg av arbeider fra NIVA som bakgrunn for vurdering av vegforurensninger fra snødeponiet.

Bækken, T. 2007. Avrenning fra snødeponi ved Åsland. Forurensninger tilført bekk og drikkevannsbrønner våren og sommeren 2006. - NIVA Rapport 5371-2007.

Bækken, T. 2007. Avrenning fra snødeponi ved Alnabru våren 2006. - NIVA Notat 12.03.2007

Bækken, T. 2006. Forurenset snø i kommunale gater i Oslo 2006. – NIVA Notat 01.03.2006

Bækken, T. og Haugen, T. O. 2006. Kjemisk tilstand i vegnære innsjøer. Påvirkning fra avrenning av vegsilt, tungmetaller og PAH. – Statens vegvesen, Utbyggingsavd. Rapport UTB 2006/06.

Bækken, T., Avolio, C.M, Veidel, A. og Willberg, M.2005. PORECA - Forurensningsreducerende effekt av Nygård rense- og fordrøyningsbasseng for vegavrenning, samt vegavrenning til Kjeksrud-bekken og Brekkebekken-NIVA Rapport 4935-2005

Bækken, T og Færøvig, P.J (Red.) 2004-Effekter av vegforurensninger på vannkvalitet og biologi i Padderudvann-Publikasjon 106 Statens vegvesen

Bækken, T. & Tjomsland, T.-2001-Trafikkforurenset snø i Drammen sentrum. Konsekvenser av snødumping for vann- og sedimentkvalitet i Drammenselva. -NIVA Rapport 4460

Bækken, T.1998.Vannkvaliteten i 5 brønner langs veier i Østfold. - NIVA Rapport 3804 – 98

Bækken, T. & Jørgensen, T. -1994-Highway pollution, long term effects on a small lake. -Nordic Road and Transport Research No. 2 1994.

Bækken, T. 1994-Effects of highway pollution on a small Norwegian lake. - Sci. Total Environ. Sci. Total Environ. 146/147(1994): 131-139

Bækken, T. og Jørgensen, T.1994. Vannforurensning fra veg, langtidseffekter. - Publikasjon nr. 73. Statens vegvesen, Veglaboratoriet.

Bækken, T. 1994.Trafikkforurenset snø i Oslo. - NIVA Rapport 3131

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no